川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段
（一阶段）
环境影响报告书

国家管网集团西南管道有限责任公司
北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司
2023 年 5 月

目 录

概 述......1
1 总则......4
1.1 项目建设背景及意义......4
1.2 评价目的......9
1.3 评价原则......9
1.4 编制依据......10
1.5 评价标准......13
1.6 环境影响要素识别和评价因子确定......17
1.7 评价内容和评价重点......19
1.8 评价工作等级和评价范围......20
1.9 控制污染与保护环境的目标......26
1.10 评价方法和评价工作程序......91
2 建设项目概况......93
2.1 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段......93
2.2 一阶段工程概况......97
3 工程分析......119
3.1 施工期环境影响分析......119
3.2 运行期环境影响分析......139
3.3 总量控制......145
3.4 清洁生产......145
4 路由评价......147
4.1 本工程与相关管道的关系......147
4.2 本工程线路选线原则及选线过程......147
4.3 站场选址的可行性分析......150
4.4 穿越内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区路由分析......151
4.5 相关规划符合性分析......156
4.6 与“三线一单”的符合性分析......166
5 管道沿线区域环境概况......183
5.1 区域自然环境概况......183
5.2 站场周围环境概况......187
6 生态环境影响评价......190
6.1 管线生态环境现状调查......190
6.2 生态环境影响预测与评价......263
7 环境空气影响评价......277

7.1 环境空气质量现状调查......277
7.2 施工期环境空气影响分析......281
7.3 运行期环境空气影响分析......282
8 地表水环境影响评价......285
8.1 水环境质量现状调查......285
8.2 水环境质量现状评价......309
8.3 地表水环境影响分析......313
8.4 小结......320
9 地下水环境影响评价......322
9.1 管道沿线地质条件......322
9.2 管道沿线地下水环境保护目标......334
9.3 地下水污染调查......339
9.4 管道沿线地下水开发利用现状......339
9.5 管道沿线地下水环境现状监测......339
9.6 地下水环境影响分析......351
10 声环境影响评价......359
10.1 站场周围声环境现状调查与评价......359
10.2 声环境影响评价......361
11 固体废物环境影响分析......359
11.1 施工期固体废物环境影响分析......378
11.2 运行期固体废物环境影响分析......381
12. 环境风险评价......385
12.1 评价原则及评价工程程序......385
12.2 环境风险调查......385
12.3 环境风险潜势初判......387
12.4 评价等级和评价范围......391
12.5 环境风险识别......392
12.6 事故情形分析......427
12.7 风险预测与评价......431
12.8 环境风险防范措施......447
12.9 应急预案要求......450
12.10 重要环境保护目标段管道事故应急要点......455
12.11 小结......458
13 环境保护措施及其经济、技术论证......460
13.1 施工期环境保护措施及论证......460

13.2 运行期环境保护措施及论证......470
13.3 环境风险防范措施......473
13.4 敏感点段环境保护措施......476
13.5 环保投资估算......477
14 环境经济损益分析......479
14.1 社会效益分析......479
14.2 经济效益分析......482
14.3 环境损益分析......482
14.4 小结......484
15 环境管理与环境监测计划......486
15.1 环境保护机构......486
15.2 环境管理......487
15.3 环境监理......493
15.4 环境监测......497
16 评价结论及建议......499
16.1 评价结论......499
16.2 建议......508
附件

概　述

1　建设项目特点

随着碳酸盐岩大气田和页岩气勘探开发不断突破，四川盆地天然气已进入快速发展期。2000 年以来，新增探明储量 5.11×10^{12}m^3，年均 2555×10^8m^3，2020 年产量高达 574×10^8m^3。2030 年四川盆地规划产量 1000×10^8m^3、2035 年 1055×10^8m^3。中石油、中石化分别提出从 2023、2025 年开始，四川盆地上产天然气将出现外输能力缺口。川气东送二线是继忠武线、川气东送、中贵线之后，四川盆地天然气又一外输通道，其建设将有力保障四川盆地上产天然气外输通道畅通，确保远期千亿方产量目标得以实现，并助力解决中东部地区调峰资源匮乏问题。川气东送二线工程川渝鄂段将分三阶段建设，本工程为一阶段。

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)起点为威远首站和泸县首站，经内江注入站和铜梁压气站，止于铜梁区和合川区界。管道途经四川省内江市、泸州市、资阳市和重庆市潼南区、大足区、铜梁区共 9 个市(县区)，线路全长 282.77km，其中威远首站-内江注入站线路长度 81.52km，管径 D1016mm；泸县首站-内江注入站-铜梁合川界段线路长度 201.25km，管径 D1219mm。设计压力 10MPa，设计输量 200×10^8m^3/a，设站场 4 座、阀室 11 座，工程总投资 61.23 亿元。

2　环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订)的有关规定，国家管网集团西南管道有限责任公司委托我单位开展川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)的环境影响评价工作。承接任务后，我单位组织专业技术人员到现场进行了详细的踏勘与调研工作，并广泛收集相关资料。在此基础上，结合工程的具体情况对管线的路由提出了调整建议，最终根据工程可行性研究报告，编制完成了《川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)环境影响报告书》。环评报告编制过程中，按照《环境影响评价公众参与办法》的要求，建设单位先后开展了 3 次信息公开，并编制了《公众参与说明》。

3　分析判定相关情况

3.1　产业政策

根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，本工程属于鼓励类“七 石油、天然气 3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”，符合国家产业政策要求。

3.2　相关规划符合性

本工程管道均获得相关规划部门的选线选址意见，符合四川省和重庆市十四五能源发展规划要求。

3.3　“三线一单”符合性

根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9 号)和重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11 号)的分区情况，本工程总体上穿越了四川省和重庆市共 20 个环境管控单元，其中 8 个优先管控单元，7 处重点管控单元，5 处一般管控单元。本工程为天然气输送管道类项目，其项目特点为生态影响型，本工程建成后，排放的污染物种类、数量均较少，符合各四川省和重庆市及地方“三线一单”生态环境分区管控的要求。

综合以上，本工程相关判定分析结果见表 1。

3.4　“三区三线”符合性

本工程生态评价范围内有一处重庆市生态保护红线，距离约 30m，工程未占用生态保护红线。工程建设满足《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》的要求。

表 1　分析判定结果

序号	分析判定内容	本工程情况	判定结论
1	《产业结构调整指导目录(2019 年本)》	本工程属于鼓励类　七 石油、天然气 3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设	符合
2	相关规划符合性	管道沿线各地区均获得地方规划部门的选线选址意见	符合
3	“三线一单”符合性	符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9 号)和《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11 号)的要求	符合
4	三区三线符合性	本工程未占用生态保护红线。	符合

4 关注的主要环境问题及影响

1） 生态影响

本工程管道沿线临时占用部分基本农田和林地等，施工期会产生一定的环境影响。管道评价范围内以农业栽培植被和森林植被为主，管道沿线区域自然植被主要为一年生或多年生植物，未发现珍惜濒危植物分布。管道沿线区域多为农田生态系统，无国家重点保护野生动物，评价范围有隆昌尖山子森林公园、重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园、重庆市潼南区生态保护红线、四川省和重庆市重点保护动物和三有动物。工程建设过程中将占用一部分土地资源，对管道沿线区域农田和林地有一定的影响。

2） 水、气、声、固废影响

本工程沿线设置 4 座站场，均为新建站场。运行期生活污水处理均经站场生活污水处理系统，污水处理后用于站内绿化，不外排；站场无锅炉，排放废气主要为站场非正常工况排放以及站场内无组织排放的非甲烷总烃；各站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的 2 类标准；固体废物中生活垃圾收集后交环卫部门处理，废润滑油、废滤芯等危险废物由具有危险废物处理资质的单位处置。运行期产生的水、气、声、固体废物均依法合规处置，对环境影响较小。

3） 环境风险

本工程输送的天然气属于易燃、易爆危险化学品，一旦发生火灾、爆炸事故会对周围环境和人体健康造成危害。预测结果表明，发生天然气泄漏事故后，不会出现甲烷的毒性终点浓度范围；天然气泄漏后，在发生火灾次生污染的情况下，不会出现 CO 毒性终点浓度范围。本工程环境风险可防可控，但在人口密集区、环境敏感区等区段还需要加强风险防范措施，制定相应的环境风险应急预案，降低环境风险发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

5 环评主要结论

本工程建设将会对管道所经地区的生态环境、水环境、环境空气、声环境产生一定程度的影响，在采取本报告提出的生态保护与恢复措施、污染防治措施及环境风险防控措施后，从环境保护角度，本工程的建设是可行的。

1　总则

1.1　项目建设背景及意义

1.1.1　项目建设的背景

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话，并提出“中国力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值、2060年前实现碳中和”。实现碳达峰、碳中和的中长期目标，既是我国积极应对气候变化、推动构建人类命运共同体的责任担当，也是我国贯彻新发展理念、推动高质量发展的必然要求。碳达峰目标、碳中和愿景加速我国能源结构调整和加速转型，化石能源占比快速下降，非化石能源将加速成为主体能源。

目前我国已经踏入实现“碳中和”的征程，正在向现代化强国迈进，天然气将在提供能源应用与实现净零排放目标方面发挥平衡作用，为实现可持续发展和国家现代化发挥推动作用。天然气作为一种高效、清洁、优质能源，对环境造成的污染远远小于石油和煤炭，是近几十年内发展低碳经济、实现节能减排的必然选择。在能源绿色低碳转型的大趋势下，天然气清洁低碳、绿色高效、灵活机动、相对易储的能源优势进一步凸显，成为我国实现碳排放“3060”目标的主要抓手之一。

“十四五”“十五五”天然气“替代散煤、协同新能源”的作用将会凸显。未来10-15年天然气将保持快速发展态势。在城镇气化的刚性增长基础上，新的需求增长动能主要来自两个方面，一方面煤的替代，另一方面是与新能源协同发展。2020年9月我国提出新的碳达峰目标、碳中和愿景后，控煤力度更大，新能源发展更快，天然气成为补充基本能源供应，解决新能源调峰问题的现实选择，将迎来更大的发展机遇。

天然气作为可再生能源“伙伴”的作用进一步突出，消费量峰值将高于预期，并在较长一段时间内保持较高水平。在控煤和新能源双重影响下，同步发挥气电的基荷作用和调峰优势成为十四五甚至中长期的现实选择。未来气电发展动力主要表现在三个方面：一是沿海发达省份煤电退役后本地电源供应出现空缺，需要气电补位；二是国内用电新增需求需要气电满足；三是新能源尤其是“三北”和海上风电的调峰问题需要天然气协同。

习近平总书记高度重视国内油气资源供应安全，要求加大国内油气勘探开发力度。

为落实指示精神，国家能源局组织开展了《四川盆地天然气千亿方产能建设专项规划》，要把川渝建成千亿方大气田，川气东送二线正是在该背景下提出来的。川气东送二线符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，是十四五能源发展规划部署的重要举措，是《关于加快推进2021年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》中明确指出的天然气管道重点工程。

2020年9月4日，国家能源局油气司组织召开《煤电油气运相关工作机制第六十次联合周例会》，研究推进川气东送二线工程建设有关事宜，会议强调川气东送二线工程是国家重大战略性工程，将对四川盆地天然气增储上产提供重要支撑，对加快构建“全国一张网”、提高全国天然气管网的安全可靠性和资源调配灵活性具有重要意义，会议要求国家管网集团高度重视，加快推进项目前期工作。川气东送二线要确保“十四五”建成投产，2023年底前实现川气东送二线与西气东输二线和新粤浙管道的连通，保障四川盆地大力提升勘探开发力度目标的实现。

国家管网集团积极落实国家能源局会议精神，组织开展了川气东送二线总体建设方案研究工作和可行性研究工作。

2016年5月，中石化组织开展了川气东送二线可研，可研报告已编制完成，未履行审批程序。可研方案为：王场-潜江，长度600km，管径1016mm、设计压力10MPa，设计输量$120\times10^8m^3/a$。2019年11月，中石油启动了川气东送二线预可研。预可研报告完成初稿，未履行审批程序。预可研方案为：江津-黄陂，长度1060km，管径1219mm、设计压力12MPa，设计输量$300\times10^8m^3/a$。2020年9月，川气东送二线前期工作从中石油、中石化移交国家管网集团公司，项目需从全国资源市场、供需平衡、管网布局等全方位分析研究，项目复杂程度较高。

1.1.2　项目建设的必要性

1）　川气东送二线是国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司《关于加快推进2021年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》中明确指出的天然气管道重点工程，是落实国家十四五能源发展规划部署的重要

举措。

2021 年 3 月 12 日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》发布。纲要对我国未来能源发展做出了总体部署安排，为构建现代能源体系确定了行动路线图，对实施能源资源安全战略做出了详细部署，对积极应对气候变化做出了具体安排。纲要提出构建现代能源体系。推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力。有序放开油气勘探开发市场准入，加快深海、深层和非常规油气资源利用，推动油气增储上产。加快建设天然气主干管道，完善油气互联互通网络。川气东送二线工程是天然气管道重点工程项目。

2） 川气东送二线是四川盆地天然气又一外输通道，是保障四川盆地建成千亿方大气田和百亿方储气库的重要配套工程。

近年来，随着碳酸盐岩大气田和页岩气勘探开发不断突破，四川盆地天然气已进入快速发展期，有望成为千亿方级大气区。

四川盆地天然气储量、产量持续增长。2000 年以来，新增探明储量 $5.11\times10^{12}m^3$，年均 $2555\times10^8m^3$，特别是“十二五”以来年均新增 $4085\times10^8m^3$。2003 年产量突破 $100\times10^8m^3$，2010 年产量突破 $200\times10^8m^3$；“十三五”以来，产量增速达到 14.3%，2020 年产量高达 $574\times10^8m^3$。

四川盆地将瞄准千亿方产量目标，快速推进常规气、大力发展页岩气和致密气，重点抓好川中高磨地区等下古生界-震旦系气藏、川东北高含硫气田、川东-川南页岩气和川中-川西致密气等上产稳产关键工程，确保天然气产量快速增长，助力保障我国能源供应安全。2030 年四川盆地规划产量 $1000\times10^8m^3$、2035 年 $1055\times10^8m^3$。

中石油、中石化分别提出从 2023、2025 年开始，四川盆地上产天然气将出现外输能力缺口。

此外，四川盆地规划建设铜锣峡、黄草峡、牟家坪、老翁场、普光清溪等多座地下储气库，远期规划库容超过 $100\times10^8m^3$。四川盆地丰富的储气库资源，除满足本地市场调峰和应急之外，还可以通过川气东送二线外输，解决中东部地区部分调峰需要。

川气东送二线是继忠武线、川气东送、中贵线之后，四川盆地天然气又一外输通道，其建设将有力保障四川盆地上产天然气外输通道畅通，解

决近期外输瓶颈，确保远期千亿方产量目标得以实现，并助力解决中东部地区调峰资源匮乏问题。

3） 川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程，有利于充分发挥 LNG 接收站的供应保障、储气调峰和应急保供的作用。

川气东送二线通过宁波-诸暨 LNG 注入管道、六横 LNG 注入管道将宁波舟山区域多座 LNG 接收站、约 1800 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过温州 LNG 注入管道、台州玉环 LNG 注入管道，将温州区域多座 LNG 接收站、约 1400 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过川气东送二线干线、西二线上海支干线、宣城-合肥联络线、温州-福州联络线等管道向浙江、周边沿海省份以及内陆省份辐射。一方面有效消除了 LNG 接收站气源孤岛问题，另一方面极大增强了上述市场区域天然气供应保障能力，并可充分利用 LNG 接收站储销快捷的优势，满足储气调峰和应急保供的需要，构建起协调发展的产运储销体系。

4） 川气东送二线横贯长江经济带，对保障沿线省市天然气供应，改善大气环境、优化能源结构，推动碳达峰和碳中和将起到积极作用。

川气东送二线干线和支线途经长江经济带的四川、重庆、湖北、安徽、江西、浙江、江苏等 7 省市，并通过川气东送管道、潜江-韶关管道辐射上海、湖南 2 省市。长江经济带区域经济发达，对低碳能源-天然气需求量旺盛。上述 9 省市 2019 年天然气消费量 $1085\times10^{8}m^{3}$，占全国天然气消费总量($3067\times10^{8}m^{3}$)的 35.3%。

2020 年 9 月 22 日，在第七十五届联合国大会一般性辩论上，习近平主席提出我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。近中期，能源行业实现减碳的有效路径是大力提高天然气生产和利用。在此背景下，预计上述 9 省市 2030 年天然气需求到将快速增长到 $2015\times10^{8}m^{3}$，比 2019 年将近翻一番。国家管网集团贯彻创新、协调、绿色、开放、共享新发展理念，积极组织开展川气东送二线的前期研究工作。该管道的建设将使长江经济带天然气供应能力增加 $250\times10^{8}m^{3}/a$，对提升长江经济带清洁能源供应量，改善大气环境、优化能源结构、促进节能减排，提高人民生活质量，实现社会经济可持续发展，都将产生积极而深远的影响。按每年输送 $200\times10^{8}m^{3}$ 天然气，与用煤相比，每年可减少二氧化碳排放

量 4582 万吨、减少二氧化硫排放量 51 万吨、减少氮氧化物排放量 13 万吨、减少粉尘排放量 24 万吨，并可使我国天然气在一次能源消费结构中的比例提高 0.3 个百分点以上。

5） 川气东送二线是“四大通道”、“五纵五横”天然气管网格局中的重要组成部分，对完善全国天然气管网格局意义重大。

川气东送二线干线起自四川，途经重庆、湖北、安徽，止于浙江。此外，还配套建设宣城-合肥、温州-福州等联络线，实现与沿海区域的苏皖管道、西三线漳州-福州等干线管道连通。川气东送二线串接西南气区、中东部市场区域、沿海 LNG，在我国内陆腹地构筑起东西向能源大动脉，在沿海地区铺就出南北向沿海大通道，是十四五时期“五纵五横”天然气管网格局中的重要一横；也是“四大通道”中的沿海大通道不可或缺的重要组成部分。

6） 川气东送二线连接众多干线管道，提升了管道网络化水平，增强了管网调运可靠性和灵活性。

川气东送二线大体并行川气东送一线敷设，站场合/邻建，联合运行，具备双向输送功能。此外，川气东送二线干线自西向东在铜梁与中贵线连通，在潜江与潜江-韶关管道连通，在仙桃与西三线连通，在武穴与西二线连通，在诸暨与西二线上海支干线连通，并通过联络线建设实现与西一线在利辛连通、在邳州与冀宁线连通、在合肥与苏皖管道连通、在福鼎与海西管网连通。川气东送二线的建设，将极大提升国家干线管道网络化水平，促进互联互通格局和多通道供气局面进一步深化，使管网调运可靠性和灵活性得到进一步增强。

7） 川气东送二线是重要的能源基础设施，其建设有助于扩大内需，促进国内大循环。

项目的实施将在我国长江经济带建设约 4500km 的干支线输气管道，下游还将新建和改造大量的用气项目，均投入大量资金。管输企业和用气企业在投入大量建设资金的同时，也将取得良好收益。此外，项目的实施还将增加就业机会，拉动内需，带动我国机械、电力、冶金、建材等相关工业的发展。有助于推动国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的形成。

8） 川气东送二线川渝鄂段是川气东送二线的西段工程，是四川盆地上产天然气和富余调峰气重要的外输通道，可将四川盆地资源优势转化为经济优势，带动沿线经济发展。

川气东送二线川渝鄂段起自四川威远，途经重庆，止于湖北潜江(含潜江站)，全长 1145km。在潜江实现与潜江-韶关管道、西三线潜江-仙桃联络线的连通。四川盆地天然气可利用潜江-韶关管道南下去湖南和珠三角地区，也可经川气东送二线东段东输去中南和长三角地区。

川气东送二线川渝鄂段的建设将资源供给与市场需求紧密连接，有利于将四川盆地雄厚的天然气资源优势转化为经济优势，推动中西部地区发展，促进西部大开发战略的实现，惠及川渝鄂沿线人民生活，服务沿线生产低碳转型。

综上所述，川气东送二线工程意义重大，建设十分必要和紧迫。

1.2 评价目的

本工程是川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)，开展环境影响评价的目的，是在对管道沿线环境现状进行详细调查的基础上，评价工程建设的实际影响，并根据管道与沿线不同环境保护目标的关系，提出针对性保护措施、缓解措施；根据线路工程施工期环境影响的主要特点，提出施工期环境管理、环境监理和监督监测计划；根据环境风险评价结果，提出施工期和运行期的环境风险防范措施；通过对工程不同时期的环境影响进行预测与评价，使工程建设对环境产生的不利影响降到最低程度，从保护环境的角度评价工程建设的可行性，为工程设计、建设及运行期的环境管理提供科学依据，做到经济建设与环境保护协调发展。

1.3 评价原则

1） 依法评价。严格执行国家及四川省、重庆市有关环保法律、法规、标准和规范，结合国家产业政策、当地发展规划和环境功能区划等开展评价；

2） 科学评价。根据建设项目特点，结合管道沿线环境特征，依据环境影响评价技术导则、环境质量目标值，科学分析项目建设对环境质量的影响；

3） 突出重点。根据建设项目的工程内容及其特点，对可能受建设项

目影响的生态环境、水环境、声环境和环境空气等要素，进行重点分析和评价，并提出有针对性的环境保护措施。

1.4 编制依据

1.4.1 国家有关法律、法规及文件

1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日)；

2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)；

3) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月 1 日)；

4) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(2010 年 10 月 01 日)；

5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016 年 1 月 1 日)；

6) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日)；

7) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日)；

8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日)；

9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日)；

10) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 7 月 1 日)；

11) 《中华人民共和国森林法》(2020 年 7 月 1 日)；

12) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年 12 月 30 日修订)；

13) 《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月 1 日)；

14) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日)；

15) 《中华人民共和国湿地保护法》(2023 年 6 月 1 日)

16) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日)；

17) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日)；

18) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月 6 日)；

19) 《中华人民共和国基本农田保护条例》(2021 年 7 月 1 日修订)；

20) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011 年 1 月 8 日)；

21) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月 19 日)；

22) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定(修正版)》(2010 年 12 月 22 日)；

23) 《国家重点保护野生动物名录》(2021 年 2 月 11 日)；

24) 《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月 7 日)；

25） 《全国生态功能区划》(2015 年 11 月 13 日)；

26） 《全国生态环境保护纲要》(国发[2000]38 号)；

27） 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年 1 月 1 日)；

28） 《国家危险废物名录》(2020 年 11 月 25 日)；

29） 《突发环境事件应急预案管理办法》(2015 年 6 月 5 日)；

30） 《企业突发环境事件风险评估指南》(环办[2014]34 号，2014 年 4 月 3 日)；

31） 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发[2022]142 号)；

32） 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(国环规生态[2022]2 号)。

1.4.2 地方有关法律、法规及文件

1.4.2.1 四川省

1） 《四川省环境保护条例》(2017 年 9 月)；

2） 《四川省大气污染防治行动计划实施细则》(2014 年 5 月)；

3） 《四川省饮用水水源保护管理条例》(2012 年 1 月 1 日)；

4） 《四川省关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9 号)；

5） 《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发[2018]24 号。

1.4.2.2 重庆市

1） 《重庆市环境保护条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2017.3.39 第二次修订)；

2） 《重庆市森林公园条例》(重庆市第三届人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2008.5.23)；

3） 《重庆市长江三峡水库库区及流域水污染防治条例》(重庆市第三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2011.7.29)；

4） 《重庆市大气污染防治条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会第三十五次会议，2017.3.29 通过)；

5） 《重庆市水污染防治条例》(重庆市五届人大常委会第二十次会议，

2020.10.1 起施行)；

6) 《重庆市城乡规划条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2016.11.24)；

7) 《重庆市水资源管理条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2015.5.28 第二次修订)；

8) 《重庆市河道管理条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2015.7.30 修订)；

9) 《重庆市林地保护管理条例》(重庆市人民代表大会常务委员，2010.7.23 第二次修正)；

10) 《重庆市实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》(2014.9.25 第六次修正)；

11) 《重庆市实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(2012.9.27)；

12) 《重庆市实施<中华人民共和国渔业法>办法》(重庆市人民代表大会常务委员会，2004.5.30 通过)；

13) 《重庆市实施<中华人民共和国文物保护法>办法》(重庆市第二届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，2005.9.29)；

14) 《重庆市环境保护条例》(2018 年 7 月 26 日修正)；

15) 《重庆市大气污染防治条例》(2021 年 5 月 57 日修正)；

16) 《重庆市水污染防治条例》(2020 年 10 月 1 日施行)

17) 《重庆市天然气管理条例》(2020 年 1 月 1 日施行)；

18) 《重庆市生态功能区划(修编)》(2008 年)；

19) 《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》(渝府发[2018]25 号)；

20) 《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发[2020]11 号)(2020 年 4 月 28 日)。

1.4.3 国家及地方有关技术规定

1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

2) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；

3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；

4） 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；

5） 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；

6） 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；

7） 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；

8） 《环境影响评价公众参与办法》(2019 年 1 月 1 日)；

9） 《建设项目危险废物环境影响评价指南》；

10） 《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017)。

1.4.4 评价直接依据

1） 关于本工程环评工作的委托书，详见附件 1；

2） 《川气东送二线天然气管道工程(川渝鄂段)可行性研究总报告》(中国石油规划总院(北京中陆咨询有限公司)、中国石油工程建设有限公司、中石化石油工程设计有限公司、华东管道设计研究院有限公司，2021 年 8 月)。

1.5 评价标准

根据本工程经过四川省、重庆市的环境功能区划，评价采用标准如下：

1.5.1 环境质量标准

1） 环境空气

管道沿线环境空气评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准，详见表 1.5-1。非甲烷总烃参考执行《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准 2.0mg/m^3的限值。

表 1.5-1 环境空气评价执行标准(mg/m^3)

污染物	平均时间	浓度限值(二级)	备注
SO_2	年平均	0.06	沿线地段执行二级标准
	24 小时平均	0.15	
	1 小时平均	0.50	
NO_2	年平均	0.04	
	24 小时平均	0.08	
	1 小时平均	0.20	
CO	24 小时平均	4	
	1 小时平均	10	
O_3	日最大 8 小时平均	0.16	
	1 小时平均	0.20	
PM_{10}	年平均	0.07	
	24 小时平均	0.15	
$PM_{2.5}$	年平均	0.035	
	24 小时平均	0.075	
非甲烷总烃	1 小时平均	2.0	《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准

2) 地表水

根据《四川省水环境功能区划》《重庆市地表水功能区划》及沿线地表水环境现状，地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类标准，工程穿越无水环境功能区划的河流按照其最终汇入河流的水环境功能区划执行，但不低于目前该河流使用功能。本项目穿越河流执行标准详见表 1.5-2。

表 1.5-2 地表水评价执行标准值(mg/L，pH 除外)

序号	污染物名称	标准限值	备注
		III类	
1	pH	6-9	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)
2	溶解氧	≥5	
3	高锰酸盐指数	≤6	
4	COD	≤20	
5	BOD_5	≤4	
6	氨氮	≤1.0	
7	总磷	≤0.2	
8	挥发酚	≤0.005	
9	石油类	≤0.05	
10	SS	≤30	《地表水资源质量标准》(SL63-94)

3) 地下水

地下水环境质量执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的III类标准，石油类参照执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准。详见表 1.5-3。

表 1.5-3　地下水评价执行标准(mg/L，pH 除外)

序号	项目	标准限值	备注
1	pH 值	6.5～8.5	地下水质量标准(GB/T 14848-2017)中的III类标准限值
2	总硬度	≤450	
3	溶解性总固体	≤1000	
4	硫酸盐	≤250	
5	氯化物	≤250	
6	铁	≤0.3	
7	锰	≤0.1	
8	挥发性酚类	≤0.002	
9	高锰酸盐指数(COD_{Mn})	≤3.0	
10	硝酸盐	≤20	
11	亚硝酸盐	≤1	
12	氨氮	≤0.5	
13	氟化物	≤1.0	
14	氰化物	≤0.05	
15	汞	≤0.001	
16	砷	≤0.01	
17	镉	≤0.005	
18	六价铬	≤0.05	
19	铅	≤0.01	
20	总大肠菌群	≤3.0	
21	菌落总数	≤100 个/mL	
22	石油类	≤0.05	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)

4)　声环境

本工程管道沿线及站场周边农村地区执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 1 类标准；高速公路、一级公路两侧一定距离内声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 4a 类区标准；铁路干线两侧一定距离内声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 4b 类区标准，详见表 1.5-4。

表 1.5-4　声环境质量标准(dB(A))

标准	沿线村庄		沿线公路穿越处两侧		沿线铁路干线穿越处两侧	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
《声环境质量标准》(GB 3096-2008)	55	45	70	55	70	60
备注	1 类		4a 类		4b 类	

1.5.2 污染物排放标准

1） 废气

四川省段工程施工期扬尘执行《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51 2682-2020)监测点排放限值，即颗粒物周界外浓度最高点600ug/m^3。

重庆市段工程施工期扬尘执行重庆市《大气污染物综合排放标准》(DB50/418—2016)表1中主城区标准和其他区域标准，详见表1.5-6。

运行期主要为厂界无组织排放，四川段各站场执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)的要求，重庆市段执行《大气污染物综合排放标准》(DB 50/418-2016)中非甲烷总烃无组织排放监控浓度限值4.0mg/m^3，详见表1.5-5。

表1.5-5 大气污染物排放标准 (mg/m^3)

<table>
<tr><th>类型</th><th>污染物</th><th>标准限值</th><th colspan="2">备注</th></tr>
<tr><td rowspan="5">无组织排放</td><td rowspan="2">TSP</td><td>0.6</td><td>土方开挖/回填阶段</td><td rowspan="2">四川省：《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51 2682-2020)，自监测起持续15分钟。</td></tr>
<tr><td>0.25</td><td>其它阶段</td></tr>
<tr><td>非甲烷总烃</td><td>≤4.0</td><td colspan="2">四川省：厂界无组织排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)</td></tr>
<tr><td>其它颗粒物</td><td>1.0</td><td colspan="2" rowspan="2">重庆市：《大气污染物综合排放标准》(DB 50/418-2016)</td></tr>
<tr><td>非甲烷总烃</td><td>≤4.0</td></tr>
</table>

2） 废水

管道沿线站场生活污水经处理后用于站场绿化，执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)城市绿化水质标准，标准值详见表1.5-6。

表1.5-6 城市污水再生利用城市杂用水水质标准

序号	项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0～9.0
2	色度 ≤	30
3	嗅	无不快感
4	浊度/NTU ≤	10
5	溶解性总固体(mg/L) ≤	1000(2000)[a]
6	五日生化需氧量(BOD_5)(mg/L) ≤	10
7	氨氮(mg/L) ≤	8
8	阴离子表面活性剂(mg/L)	0.5
9	铁(mg/L) ≤	-
10	锰(mg/L) ≤	-

续表 1.5-6　城市污水再生利用城市杂用水水质标准

序号	项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
11	溶解氧(mg/L)≥	2.0
12	总氯(mg/L)	1.0(出厂)，0.2[b](管网末端)
13	大肠埃希氏菌(MPN/100mL) ≤	无
[a] 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 [b] 用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。 [c] 大肠埃希氏菌不应检出。		

3)　噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，标准值见表 1.5-7。

表 1.5-7　建筑施工场界环境噪声排放标准[dB(A)]

昼间	夜间
70	55

运行期站场厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的 2 类标准，详见表 1.5-8。

表 1.5-8　厂界噪声执行标准[dB(A)]

类　别	昼间	夜间
2	60	50

4)　固体废物

站场产生的一般固体废物处理处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)；危险固体废物临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的有关要求。

1.6　环境影响要素识别和评价因子确定

1.6.1　环境影响要素识别

本工程施工期的环境影响主要为管道在施工过程中由于运输、施工作业带整理、管沟开挖、布管等施工活动对周围环境产生的不利影响。一种影响是对土壤扰动和自然植被等的破坏，这种影响比较持久，在管道施工完成后的一段时间内仍将存在。另一种是在施工过程中产生的“三废”排放对环境造成的短暂影响，待施工结束后将随之消失。

运行期，由于输气管道敷设在地下，进行密闭输送，管道进行了防腐处理，在正常情况下，不会有污染物排放。本工程在运行期污染源主要为各工艺站场产生的废水、废气、固体废物及噪声。

1） 施工期影响

(1) 施工期生态环境影响

工程施工期间对生态环境的影响主要是施工期间土石方工程的开挖引起自然地貌的改变和地表自然及人工植被的破坏，进而导致土地利用的改变、生物量和生产力的变化；施工中道路修建、临时施工场地占用耕地、林地及其它土地导致农业、林业生态系统发生变化；穿越河流产生的水土流失和施工行为对地表水环境质量的影响。

(2) 施工期污染影响

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装之后清管试压排放的废水。施工废气主要来自地面开挖、运输车辆行驶产生的扬尘及施工机械(柴油机)和管道焊接工序排放的烟气。施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃渣和施工废料等。噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机和凿岩机等，其强度在85～100dB(A)。

2） 运行期环境影响

(1) 正常和非正常工况

正常工况下主要为清管作业和分离器检修时排放的少量天然气对大气环境的影响；非正常工况时，主要为系统超压和站场检修时经放空装置直接排放的天然气对大气环境的影响。

各工艺站场产生的生活污水对地表水环境的影响。各工艺站场产生的生活垃圾、清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末对环境的影响。站场设备噪声对厂界声环境的影响。

(2) 事故状态

事故状态的环境影响包括输气管线、工艺站场发生泄漏、爆炸、火灾等事故风险对周围环境和人员的影响，同时还涉及社会经济等问题。

综上所述，本工程的环境影响因素识别汇总如表 1.6-1。

表 1.6-1　施工期和运行期环境影响因素识别表

环境资源 \ 施工行为		施工期							运行期				
		施工带清理	管沟开挖	管道穿越	站场建设	管道试压	施工便道	车辆运输	管道检修	设备运行	清管作业	系统超压放空	异常运行事故
自然环境	土壤侵蚀	●	■	▲	▲		▲						
	地表植被	■	■		●		●						●
	空气质量	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	●	▲	●	●	■
	声环境		●	▲	●	●	●	●	●	▲	●	●	■
	地表水			●									●
	地下水			▲		▲							▲
	野生动物	●	▲				▲	▲					■
	土壤质量		▲				▲						
	自然景观	▲	▲	▲	▲		▲						▲

注：负面影响：明显■　一般●　较小▲　正面影响：明显□　一般○　较小△

1.6.2　评价因子确定

项目主要环境影响评价因子见表 1.6-2。

表 1.6-2　环境影响评价因子

分类	环境要素	主要评价因子
环境现状评价因子	环境空气	SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3、非甲烷总烃
	地表水	pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、氨氮、挥发酚、石油类
	地下水	pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、六价铬、铅、总大肠菌群、菌落总数、石油类
	噪声	昼间等效 A 声级(L_d)、夜间等效 A 声级(L_n)
	生态	植被类型、土地利用类型、生态系统类型
污染评价分析及预测因子	环境空气	非甲烷总烃
	地表水	COD、氨氮
	噪声	厂界噪声贡献值(L_{eqg})
	生态	农业生产损失、生物量

1.7　评价重点

针对本工程特点、环境特征及沿线的敏感保护目标，确定本工程环评以施工期的生态环境影响评价、河流穿越段影响分析以及运行期的环境风险评价为重点，并对工程上采用的环保措施进行论证，提出改进措施及环境管理计划。

1)　阐明管道经过地区的物种多样性、生态功能、管道穿越的主要影响并提出切实可行的保护措施。

2） 对于管道沿线涉及的敏感区域，在做好其现状调查工作的同时，重点评价管道穿越该区域的影响程度，在可接受的范围内，提出减缓和预防措施，使其影响为最小。

3） 从预防破坏、工程恢复、异地补偿和重点区域进行生态建设等方面，提出生态环境保护、恢复和重建措施和方案。

4） 对于重要河流穿越段，详细调查评价范围河流、水系、流域分布情况，结合当地水环境功能区划，分析工程选择的河流穿越位置以及施工期选择的合理性，评价可能的影响范围和影响程度，同时提出减缓和预防措施。

5） 环境风险评价重点为分析管道、站场事故对近距离居民的影响以及事故对环境的次生影响，提出事故防范、应急和处置措施，制定可操作性强的事故应急预案。

1.8 评价工作等级和评价范围

1.8.1 生态环境

1） 评价等级

根据调查，工程管道沿线未穿越国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、自然公园和生态保护红线等生态环境敏感区；工程生态评价范围内有隆昌尖山子森林公园、重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园2处森林公园和重庆市生态保护红线；地表水环境影响不属于水文要素影响型，地表水评价等级为三级B；工程占地约7.52km^2。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)中评价等级判定标准，管道沿线区域生态环境影响评价等级为三级。

2） 评价范围

评价范围确定为中心线两侧外延300m带状范围。

1.8.2 环境空气

1） 评价等级

本工程无工艺加热，运行期管道全线采用密闭输送工艺，正常工况下无大气污染物排放，排放的废气主要为各站场清管作业、分离器检修经放空设施排放的少量天然气以及系统超压、站场检修通过放空立管放空的天然气，主要污染物为非甲烷总烃。非甲烷总烃最大落地浓度0.3084×

10^{-3}mg/m^3，P_{max}=0.02%，按照《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中的工作等级划分原则，综合确定环境空气影响评价工作等级为三级。

2） 评价范围

综合确定环境空气影响评价工作等级为三级，不需设置大气环境影响评价范围。

1.8.3 地表水环境

1） 评价等级

本工程施工期，管道敷设要穿越部分河流，穿越过程中不向河流排放污水。运行期，各站场产生的生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)城市绿化水质标准，用于各站绿化，不外排，多余污水送生活污水处理厂处理。因此，本工程污水排放方式为间接排放。

按《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)的分级原则(见表 1.8-1)，确定地表水环境影响评价工作等级为三级 B。

表 1.8-1 地表水环境评价等级判别

评价等级	排放方式	废水排放量
一级	直接排放	Q≥2000 或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q＜200 且 W＜6000
三级 B	间接排放	—

2） 评价范围

评价范围为施工期河流穿越段上游 200m 至下游 1km 范围内的区域。

1.8.4 地下水环境

1） 评价工作等级

(1） 项目类别

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，本工程地下水环境影响评价项目类别为“III类”。

(2） 敏感程度

根据调查结果，管道评价范围内有分散式水源井。结合沿线地下水环境保护目标分布情况，站场周围地下水环境敏感程度划分结果见表 1.8-2，

管道分段地下水环境敏感程度划分结果见表 1.8-3。

表 1.8-2　地下水环境敏感程度划分结果表(站场)

序号	站场	敏感特征描述	相对距离(m)	敏感程度
1	所有站场	未穿越集中式饮用水源保护区，下游无分散水源井	/	不敏感

表 1.8-3　地下水环境敏感程度划分结果表(管道)

序号	天然气管道路由段	敏感特征描述	相对距离(m)	敏感程度
1	全部管段	无水源保护区	/	不敏感

(3)　等级判定

本管道工程属于III类项目，站场及管线段地下水敏感程度均为“不敏感”或“较敏感”。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)的评价工作等级分级要求(见表 1.8-4)，本工程站场及管道各段地下水环境影响评价等级见表 1.8-5、1.8-6 所示，站场及管线评价工作等级均为“三级”。

表 1.8-4　建设项目评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

表 1.8-5　地下水环境影响评价工作等级(站场)

序号	站场	敏感程度	评价等级
1	各站场	不敏感	三级

表 1.8-6　地下水环境影响评价工作等级(管道)

序号	天然气管道路由段	敏感程度	评价等级
1	全线线路段	不敏感	三级

2)　评价范围

本工程为天然气管道建设项目，属于线性工程，对站场和一般管线分别进行评价范围的划分，各站场评价范围为所处水文地质单元；一般管道

段评价范围为管道中心线两侧 200m。

1.8.6 环境风险

1） 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 B 及附录 C，本工程输送介质为天然气，临界量为 10t。本工程每段管道的 M 值为 10，即为 M3。

本工程相邻线路截断阀室间管段、阀室与站场间管段及各站场均为危险单元，基于此，本工程共有线路危险单位 15 个、站场危险单元 4 个。

本工程输送的介质为天然气，事故状态下，泄漏的天然气或火灾爆炸次生的 CO 均不溶于水，因此，本工程的环境风险体现在对周边大气环境的污染。基于此，本评价仅对本工程大气环境风险进行评价。

按照导则要求，本工程各危险单元的风险潜势初判及评价等级判定过程如表 1.8-8 所示。

由表 1.8-8 可知，本工程线路危险单元的环境风险潜势最高为Ⅲ，评价等级为二级，本工程站场危险单元的危险物质在线量均小于其临界量，因此针对本工程各站场，仅需进行简单分析。

综合本工程线路及站场的环境风险潜势分析，本工程的环境风险评价等级为二级。

2）评价范围

根据环境风险评价等级，可知本工程环境风险评价范围为管道中心线两侧各 200m，站场站址周边 5km 的区域。

1.8.5 声环境

1） 评价等级

本工程噪声主要来自各站场压缩机、空压机、空冷器、分离器以及站场检修或事故状态下的放空。

根据现场调查，管道沿线及各站场所在区域为 1 类区和 2 类区。根据预测，威远站声环境保护目标噪声级增量＞5dB(A)，按《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)中声环境评价工作等级划分原则(表 1.8-8)，确定本工程的噪声影响评价工作等级为一级。

表 1.8-7 声环境评价等级判定依据

评价等级	判定依据		
	声环境功能区划	评价范围内敏感目标噪声级增量	受影响人口数量
一级	0 类区或对噪声有特别限制要求的保护区	＞5dB(A)	显著增多
二级	1 类、2 类区	≥3dB(A)、≤5dB(A)	增加较多
三级	3 类、4 类区	＜3dB(A)	变化不大
符合两个以上级别的，按较高级别的评价			

2) 评价范围

声环境评价范围为站场厂界外 200m。

1.8.7 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，本工程为天然气输送管道项目，属于附录 A 中Ⅳ类项目，可不开展土壤环境影响评价。

表 1.8-8　本工程环境风险潜势初判及评价等级判定过程一览表

序号	管段名称	长度(km)	Q 值	M 值	P 值	每公里管段200m 范围内人口数	E 值	环境风险潜势	评价等级
威远-内江段									
1	威远首站-1#阀室	13.38	77.01	10	P3	117	E2	III	二级
2	1#阀室-2#阀室	21.83	125.65	10	P2	108	E2	III	二级
3	2#阀室-3#阀室	22.7	130.65	10	P2	132	E2	III	二级
4	3#阀室-内江注入站	23.61	135.89	10	P2	77	E3	III	二级
内江-铜梁段									
5	内江注入站-4#阀室	22.5	186.42	10	P2	84	E3	III	二级
6	4#阀室-5#阀室	16.6	137.54	10	P2	53	E3	III	二级
7	5#阀室-6#阀室	16.43	136.13	10	P2	62	E3	III	二级
8	6#阀室-7#阀室	19.62	162.56	10	P2	65	E3	III	二级
9	7#阀室-铜梁压气站	20.64	171.01	10	P2	79	E3	III	二级
10	铜梁压气站-8#阀室	22.58	187.09	10	P2	110	E2	III	二级
11	8#阀室-9#阀室	19.4	160.74	10	P2	39	E3	III	二级
泸县-内江段									
12	泸县首站-1#阀室	13	84.26	10	P3	104	E2	III	二级
13	LX1#阀室-LX2#阀室	21.5	186.92	10	P2	83	E3	III	二级
14	LX2#阀室-LX3#阀室	22.2	190.40	10	P2	105	E2	III	二级
15	LX3#阀室-内江注入站	23.3	178.30	10	P2	107	E3	III	二级
站场危险单元									
1	威远首站	/	0.013382	/	/	/	/	/	简单分析
2	内江注入站	/	0.13382	/	/	/	/	/	简单分析
3	铜梁压气站	/	0.13382	/	/	/	/	/	简单分析
4	泸县首站	/	0.13382	/	/	/	/	/	简单分析

各要素评价工作等级和范围见表 1.8-9。

表 1.8-9　评价工作等级和范围

序号	环境要素	工作等级	评价范围
1	生态环境	三级	管道中心线两侧各 300m 的带状范围。
2	环境空气	三级	-
3	地表水环境	三级 B	施工期河流穿越段上游 200m 至下游 1km 范围内的区域
4	地下水环境	三级	一般管道评价范围为管道中心线两侧 200m。
5	声环境	一级	施工期为管道中心线两侧各 200m 范围；运行期为各站场厂界外 200m 范围。
6	环境风险	二级	管道中心线两侧各 200m 及工艺站场周围 5km 范围的居民。
7	土壤	不需评价	-

1.9　控制污染与保护环境的目标

1.9.1　控制污染与保护环境应达到的目标

1)　控制管道沿线站场的各种污染物排放量，做到达标排放，使管道建成后各站场周围的环境质量不低于现有的环境功能。

2)　控制和减轻管沟开挖及临时施工便道和伴行路建设对地表植被和土壤的破坏程度及水土流失量。

3)　控制和减轻管沟开挖及临时施工便道和伴行路建设对管道沿线生态环境敏感目标、林业、农业生态系统的影响，尽量减少对基本农田的占用，落实好分层开挖、分层堆放、分层回填等相关恢复措施。

4)　控制沿线穿跨越河流对地表水体的影响，特别注意控制在III类及以上水体功能的河流附近所进行的各项施工活动，防止施工活动影响地表水体功能，进而影响地表水质量。

5)　控制和减轻施工活动对管道沿线及站场周围居民的影响。

1.9.2　沿线主要环境敏感目标

本工程管道沿线主要环境敏感目标分布情况见图 1.9-1。

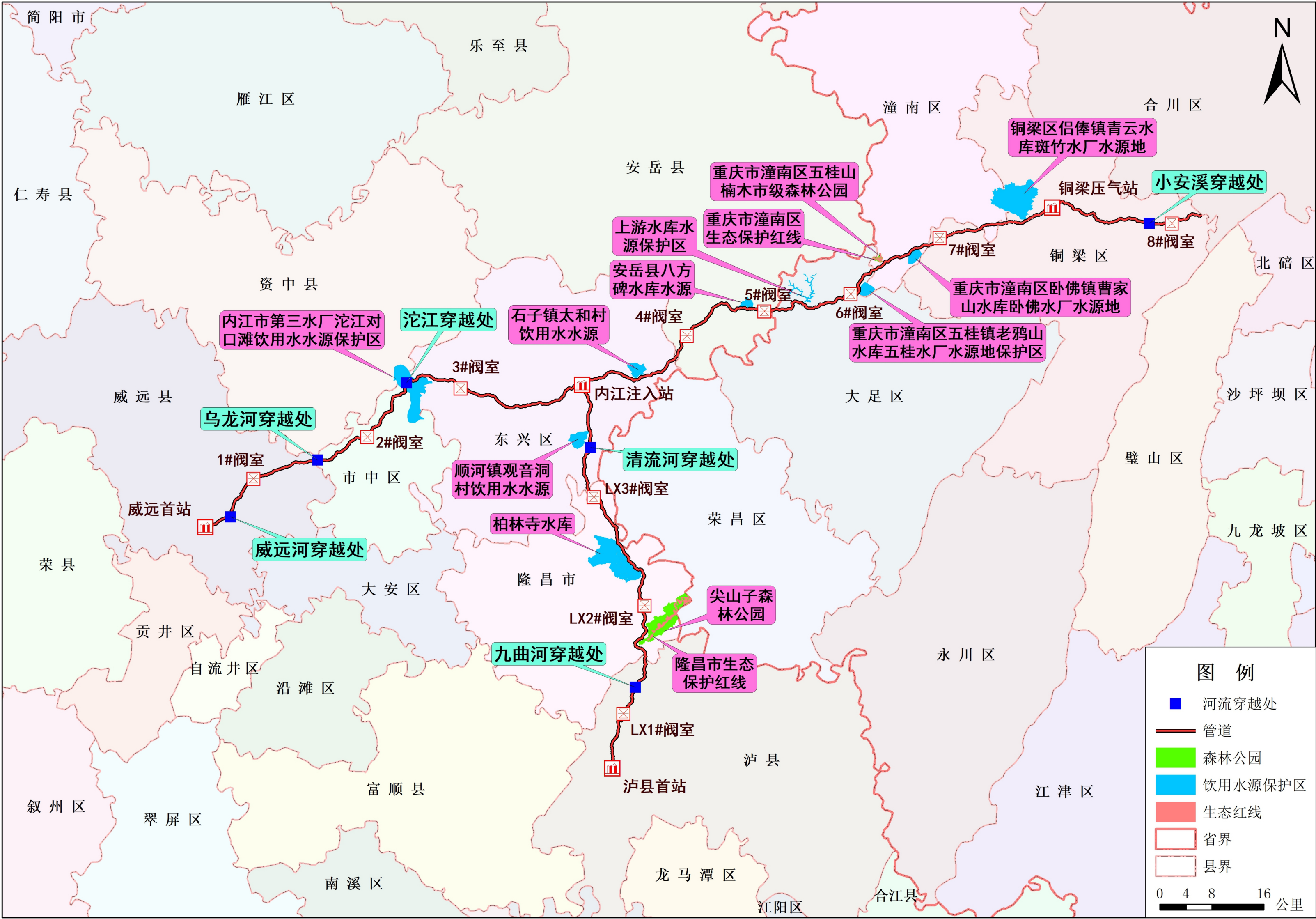


图 1.9-1　本工程管道沿线主要环境敏感目标

1.9.2.1 生态环境保护目标

本工程未穿越生态环境敏感目标，管道沿线生态环境保护目标见表 1.9-1。

表 1.9-1 本工程沿线生态环境保护目标统计表

序号	保护目标	省市	县(市、区)	等级	管道关系
1	隆昌尖山子森林公园	四川省	内江市	市级	距离 200m
2	重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园	重庆市	潼南区	市级	距边界 30m
3	重庆市潼南区生态保护红线	重庆市	潼南区	市级	距边界 30m 说明:与重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园范围一致
4	黄鼬、小䴙䴘、中白鹭、普通鸬鹚、王锦蛇 (三有动物)	四川省	-	省级	生态评价范围内
5	黄鼬、黄苇鳽、玉斑锦蛇、黑眉锦蛇 (三有动物)	重庆市	-	市级	生态评价范围内内
6	楠木	重庆市	潼南区	国家二级	生态评价范围内内，未占用
7	永久基本农田	管道沿线		临时占地	临时占用
8	湿地	管道沿线			临时占用

1.9.2.2 地表水环境保护目标

本工程沿线的地表水环境保护目标见表 1.9-2。

表 1.9-2 本工程沿线水源保护区统计表

序号	保护目标	所在地	级别	与本工程关系
穿越的地表水水源保护区				
1	第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区	四川省内江市	市级	穿越准保护区 3000m，其中钻爆隧道穿越沱江 1244m，陆域开挖 2756m，施工便道 1000m
管道近距离地表水水源保护区				
1	柏林寺水库(泸县注入管道)	四川省隆昌市	县级	距二级保护区最近约 22m
2	顺河镇观音洞村饮用水水源	四川省内江市东兴区	乡镇	距二级保护区 250m
3	石子镇太和村饮用水水源	四川省内江市东兴区	乡镇	距二级保护区 140m
4	安岳县八方碑水库水源	四川省资阳市安岳县	乡镇	距二级保护区 70m
5	潼南区五桂镇老鸦山水库五桂水厂水源地保护区	重庆市潼南区	乡镇	距二级保护区 150m
6	卧佛镇曹家山水库卧佛水厂水源地保护区	重庆市潼南区	乡镇	距二级保护区 122m
7	上游水库水源保护区	重庆市大足区	市级	距一级保护区 250m
8	铜梁区侣俸镇青云水库斑竹水厂水源地	重庆市铜梁区	乡镇	距二级保护区 120m

表 1.9-3　河流大型穿越工程统计表

序号	河流名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	备注
1	沱江	内江市市中区史家镇	四川省	1244	钻爆隧道	威远-内江段

1.9-4　河流中型穿越工程统计

序号	河流名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式
1	威远河	内江市威远县新店镇	四川省	168	大开挖
2	乌龙河	内江市威远县东联镇	四川省	167	大开挖
3	九曲河	四川省泸州市泸县嘉明镇	四川省	704	定向钻
4	清流河	四川省内江市东兴区顺河镇	四川省	806	定向钻
5	小安溪	重庆市铜梁区二坪镇	重庆市	907	定向钻
	穿越长度合计			2752	

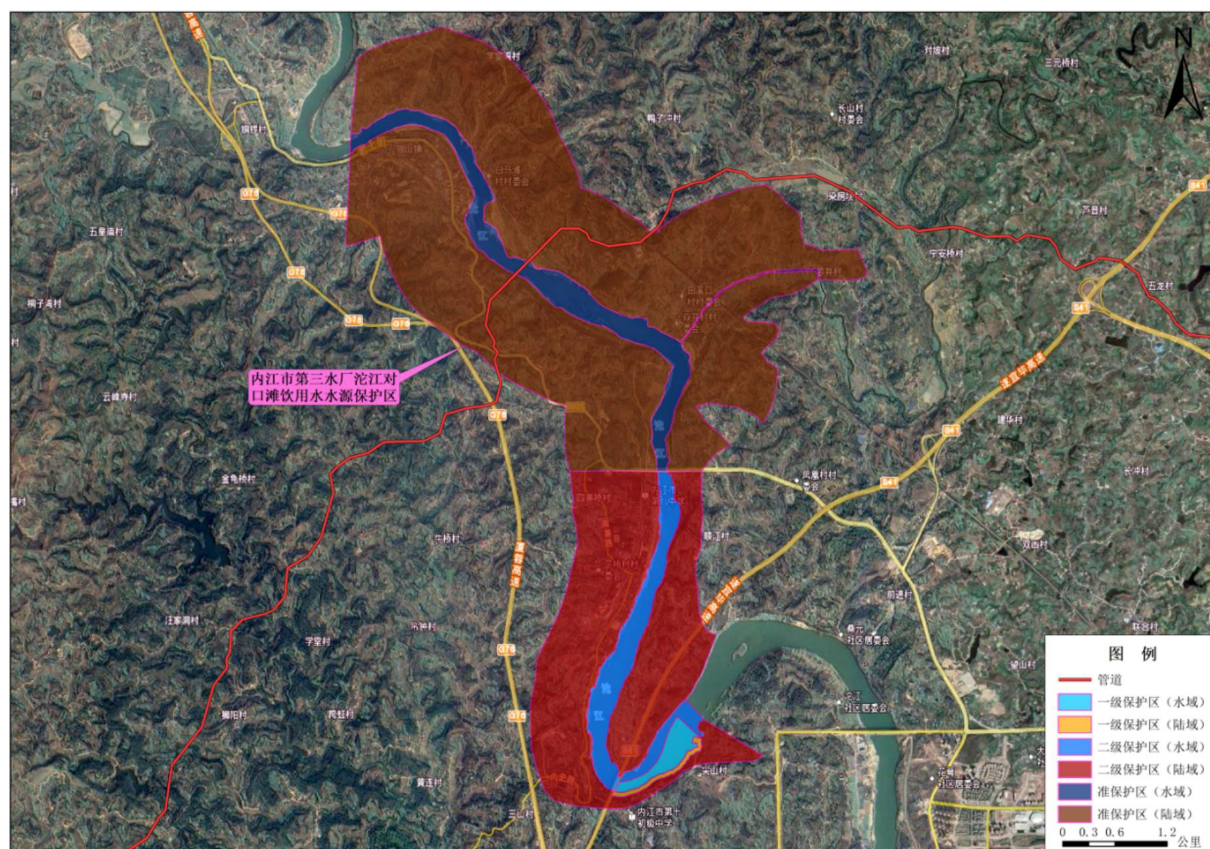


图 1.9-2　管道与内江市对口滩饮用水水源保护区位置关系

1.9.2.3　地下水环境保护目标

根据搜集资料和现场环境水文地质调查，本项目涉及的地下水环境保护目标主要为拟建天然气管道周边200m内(特别是下游方向)可能受到建设项目影响的分散式水井。本项目周边分散式饮用水井共有 53 处(见表 1.9-1)。

表 1.9-6　管道沿线近距离分散水井

编号	省份	位置	类型	井/泉与本工程关系
DC001	四川省	内江市东兴区白合镇破马村3组	机井	管线右侧约70m，位于管线下游
DC002	四川省	内江市东兴区白合镇破马村5组	大口井	管线右侧约100m，位于管线下游
DC003	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村5组	大口井	管线左侧约100m，位于管线下游
DC004	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村6组	大口井	管线左侧约150m，位于管线下游
DC005	四川省	内江市东兴区柳桥镇龟山村1组	大口井	管线左侧约100m，位于管线下游
DC006	四川省	内江市东兴区田家镇红坝村3组	机井	管线右侧约100m，位于管线下游
DC007	四川省	内江市东兴区田家镇狮沟村1组	大口井	管线左侧约130m，位于管线下游
DC008	四川省	内江市东兴区双才镇水大田村9组	大口井	管线右侧约90m，位于管线下游
DC009	四川省	内江市东兴区双才镇水大田村4组	大口井	管线右侧约55m，位于管线下游
DC010	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村10组	机井	管线左侧约80m，位于管线下游
DC011	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村2组	机井	管线左侧约40m，位于管线下游
DC012	四川省	泸州市泸县富集镇沙土村9组	机井	管线右侧约70m，位于管线下游
DC013	四川省	泸州市泸县富集镇沙土村6组	大口井	管线右侧约90m，位于管线下游
DC014	四川省	泸州市泸县富集镇代桥村3组	机井	管线左侧约150m，位于管线下游
DC015	四川省	泸州市泸县玉蟾街道神龙村13组	机井	管线右侧约50m，位于管线下游
DC016	四川省	泸州市泸县嘉明镇葛林湾村3组	机井	管线右侧约55m，位于管线下游
DC017	四川省	泸州市泸县嘉明镇罗桥村2组	机井	管线右侧约55m，位于管线下游
DC018	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村7组	大口井	管线左侧约130m，位于管线下游
DC019	四川省	内江市东兴区田家镇花园村4组	大口井	管线左侧约75m，位于管线下游
DC020	四川省	内江市东兴区田家镇红坝村2组	机井	管线左侧约70m，位于管线下游
DC021	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村8组	机井	管线左侧约110m，位于管线下游
DC022	四川省	泸州市泸县嘉明镇少华村7组	机井	管线左侧约100m，位于管线下游
DC023	四川省	泸州市泸县嘉明镇双河口村4组	机井	管线右侧约170m，位于管线下游
DC024	四川省	泸州市泸县嘉明镇双河口村6组	机井	管线左侧约80m，位于管线下游
DC025	四川省	内江市市中区史家镇牛桥村12组	大口井	管线右侧约70m，位于管道下游
DC026	四川省	内江市市中区史家镇干田湾村7组	大口井	管线右侧约30m，位于管道下游
DC027	四川省	内江市市中区龚家镇桐梓村12组	机井	管线右侧约85m，位于管道下游
DC028	四川省	内江市市中区全安镇湾桥村1组	大口井	管线右侧约75m，位于管道下游
DC029	四川省	泸州市泸县天兴镇垣山村11组	机井	管线左侧约125m，位于管道下游
DC030	四川省	泸州市泸县天兴镇场口村3组	机井	管线左侧约20m，位于管道下游
DC031	四川省	泸州市泸县潮河镇五谷寺村8组	大口井	管线左侧约40m，位于管道下游
DC032	四川省	内江市东兴区石子镇七星村6组	机井	水井位于管道下游，距管道约185m
DC033	四川省	内江市东兴区白合镇喻家沟村8组	大口井	水井位于管道下游，距管道约35m
DC034	四川省	内江市东兴区白合镇喻家沟村1组	机井	水井位于管道下游，距管道约96m
DC035	四川省	内江市东兴区百合镇破马村1组	机井	水井位于管道下游，距管道约60m
DC036	四川省	内江市东兴区百合镇破马村7组	机井	水井位于管道下游，距管道约17m
DC037	四川省	内江市东兴区百合镇余家湾7组	机井	水井位于管道下游，距管道约64m
DC038	四川省	内江市东兴区顺河镇罗星村6组	机井	水井位于管道下游，距管道约80m
DC039	四川省	内江市东兴区顺河镇南洋村3组	机井	水井位于管道下游，距管道约51m
DC040	四川省	内江市隆昌市建设镇古堰村8组	机井	水井位于管道下游，距管道约145m
DC041	四川省	内江市隆昌市周兴镇佛洞寺12组	机井	水井位于管道下游，距管道约108m
DC042	四川省	内江市威远县新店镇一品村10组	大口井	水井位于管道右侧150m，处于管道下游
DC043	重庆市	铜梁区侣俸镇志和村4组	机井	管线左侧约130m，位于管线下游
DC044	重庆市	铜梁区侣俸镇双福村9组	机井	管线右侧约110m，位于管线下游

续表 1.9-5　管道沿线近距离分散水井

编号	省份	位置	类型	井/泉与本工程关系
DC045	重庆市	铜梁区旧县街道四龙村16组	大口井	管线右侧约10m，位于管线下游
DC046	重庆市	铜梁区旧县街道箭高村6组	机井	管线左侧约60m，位于管线下游
DC047	重庆市	铜梁区旧县街道金钟村2组	机井	管线右侧约50m，位于管线下游
DC048	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村1组	大口井	管线左侧约50m，位于管线下游
DC049	重庆市	大足区中敖镇金盆村8组	大口井	管线右侧约60m，位于管线下游
DC050	重庆市	大足区中敖镇金盆村3组	大口井	管线右侧约150m，位于管线下游
DC051	重庆市	潼南区寿桥镇三教村5组	大口井	管线右侧约38m，位于管线下游
DC052	重庆市	铜梁区平滩镇玉龙村4组	大口井	管线右侧约52m，位于管线下游
DC053	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村2组	大口井	管线右侧约60m，位于管线下游

1.9.2.4　声环境保护目标

本工程声环境保护目标为站址周边200m范围内村庄，有11处居民点153户，最近距离15m-144m，详见表1.9-6、图1.9-4-图1.9-7。

表 1.9-6　各站场周围村庄分布情况

序号	站场名称	村庄名称	空间相对位置/m			距厂界最近距离/m	方位	执行标准/功能区类别	情况说明
			X	Y	Z				
1	铜梁压气站	韩家沟 1#	137.67	207.40	-10	80	东北	55,45/1 类区	砖混,2 层 3 户
2		韩家沟 2#	-160.7	208.6	-40	110	西北	55,45/1 类区	砖混,2 层 2 户
3	威远首站	见滩坝	169.15	121.70	-1	15	东侧	55,45/1 类区	砖混,2 层，46 户
4		袁家祠堂	171.61	-10	5	144	西北	55,45/1 类区	砖混,2 层 8 户
5		高坡	3.57	-6	5	53	西南	55,45/1 类区	砖混,2 层 12 户
6		瓦屋冲	33.79	-137.72	1	137	南侧	55,45/1 类区	砖混,2 层 7 户
7	泸县首站	螺山	135.69	196.73	14	20	北侧	55,45/1 类区	砖混,2 层 39 户
8		店子上	75.27	-89.1	-10	90	南侧	55,45/1 类区	砖混，2 层，15 户
9		游大川	312.87	47.59	-10	39	东侧	55,45/1 类区	砖混,2 层 10 户
10	内江注入站	桂花屋基 1#	112.40	-72.91	-18	50	西侧	55,45/1 类区	砖混,2 层 8 户
11		桂花屋基 2#	-47.43	5.76	-15	85	东南	55,45/1 类区	砖混,2 层 3 户

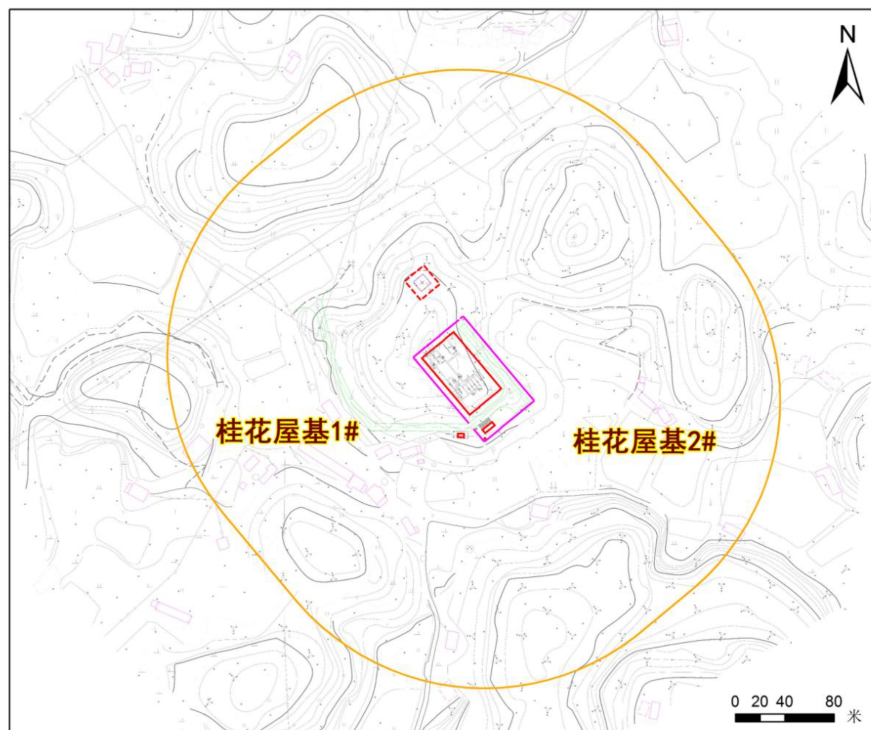


图 1.9-4　威远首站周边村庄示意图

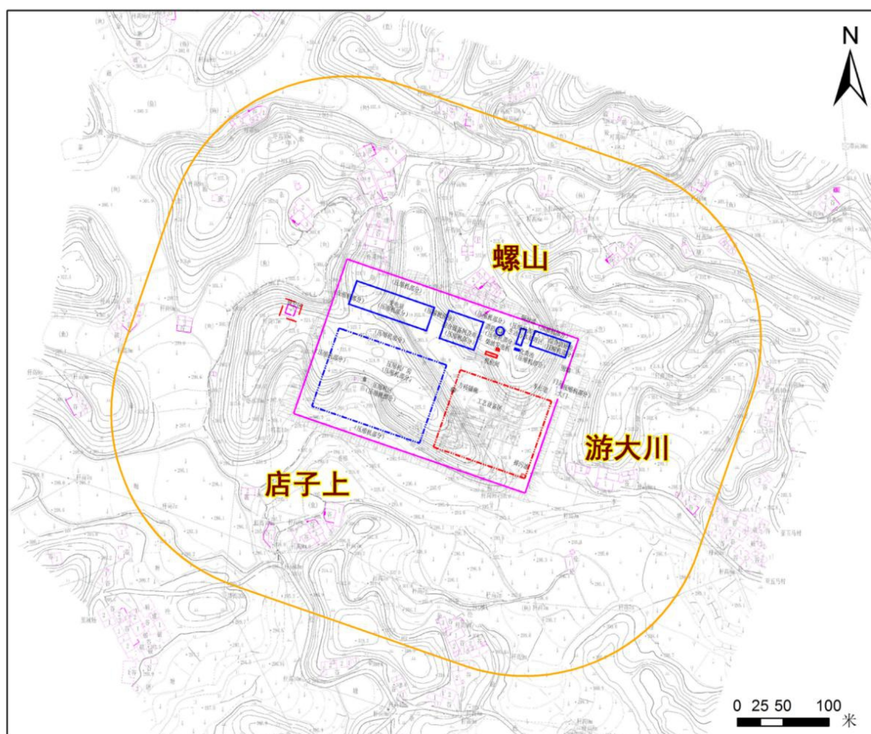


图 1.9-5　泸县首站周边村庄示意图

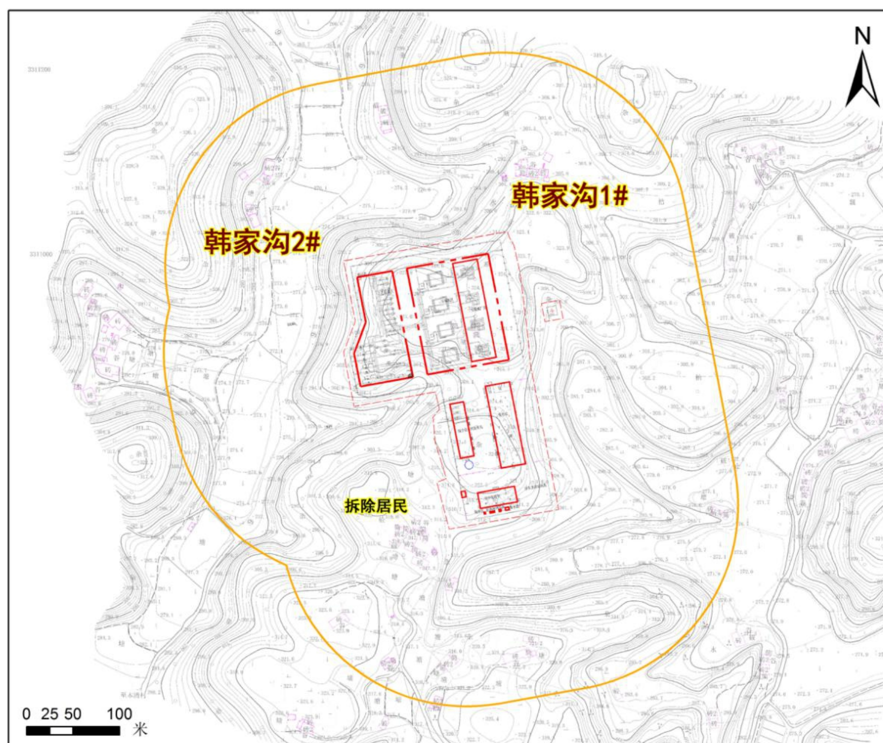


图 1.9-6　内江注入站周边村庄示意图

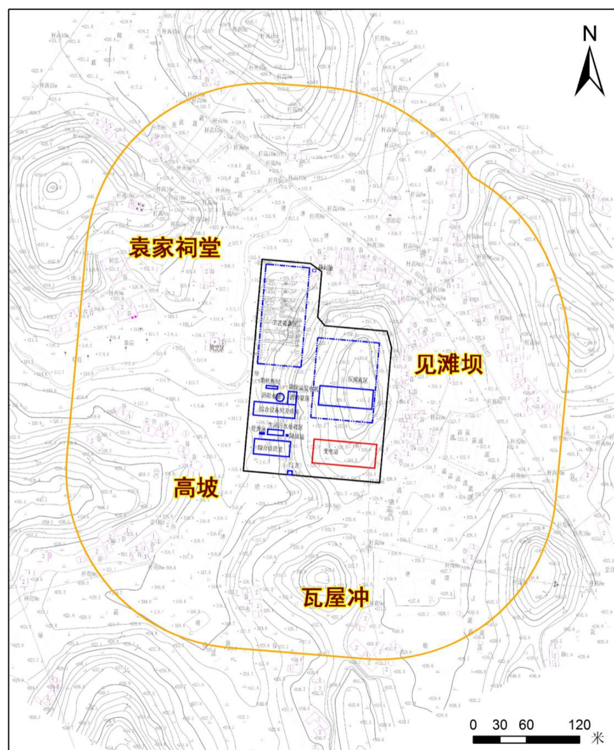


图 1.9-7　内江注入站周边村庄示意图

1.9.2.5　环境风险保护目标

本工程的环境风险保护目标为管道沿线 200m 范围内人口以及各

站场周边 5km 范围内的村庄等敏感目标，管道沿线 200 米内现有村庄 305 处 8162 户，学校、幼儿园 3 处。站场周边 5 公里范围内有村庄 524 处 25172 户，学校 5 处，医院 1 处。按照《中华人民共和国石油天然气管道保护法》5m 范围内不能建房的规定，5m 范围内房屋需要拆迁。管道沿线村庄情况详见表 1.9-7-表 1.9-11。

表 1.9-7 管道沿线 200 米环境风险保护目标

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
威远首站-1#阀室					
0～30m	大粪凼 4	西北	21	1	5
	郭家冲 3	东北	30	1	4
	烂祠堂 2	西北	16	1	4
	烂祠堂 4	南	12	1	3
	烂祠堂 4	北	16	1	4
	烂祠堂 7	西北	17	1	3
	瓦子台 2	东南	30	1	5
	朝阳井 6	东	16	1	4
	斑竹林 1	东南	19	1	4
	斑竹林 3	西北	17	1	5
	杨家河 2	东南	15	1	3
	三观音 1	东南	30	3	7
	三观音 3	东南	30	1	3
	芭蕉咀 1	东南	10	1	4
30～50m	郭家冲 4	西南	43	2	5
	大粪凼 1	东南	33	2	5
	大粪凼 4	西北	36	1	3
	烂祠堂 5	南	32	3	7
	烂祠堂 6	东南	40	2	5
	烂祠堂 7	西北	41	1	4
	烂祠堂 9	东南	35	1	4
	瓦子台 4	西北	43	1	3
	朝阳井 3	东南	32	1	3
	朝阳井 4	东南	31	4	13
	朝阳井 5	西	32	1	3
	熊家桥 2	东	31	2	5
	熊家桥 5	西北	32	1	3
	熊家桥 8	东	32	3	9
	官塘 2	东南	32	2	5
	官塘 3	西北	37	1	5
	斑竹林 2	西北	45	1	4
	斑竹林 4	东南	37	1	3
	斑竹林 4	西北	34	2	5
	斑竹林 6	东南	35	1	3
	斑竹林 7	东南	36	1	3

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	杨家河 2	东南	35	2	5
	杨家河 7	西北	32	2	5
	建立村 1	西北	35	1	3
	建立村 2	东南	37	1	5
	建立村 3	东南	41	1	3
	三观音 1	西北	34	1	4
	三观音 4	东南	39	1	5
	芭蕉咀 1	东南	34	1	3
	芭蕉咀 2	南	50	1	4
50～100m	大粪凼 1	东南	55	5	13
	大粪凼 2	西北	54	3	8
	大粪凼 3	东南	86	1	5
	大粪凼 4	西北	61	1	3
	郭家冲 1	西北	95	1	5
	郭家冲 2	西	56	2	5
	郭家冲 3	东北	73	2	5
	郭家冲 4	西南	77	2	5
	烂祠堂 1	东南	76	1	3
	烂祠堂 2	西北	65	4	10
	烂祠堂 3	西北	85	2	9
	烂祠堂 4	北	81	5	13
	烂祠堂 5	南	45	2	5
	烂祠堂 6	东南	55	2	5
	烂祠堂 7	西北	57	4	10
	烂祠堂 8	东南	62	3	8
	烂祠堂 9	东南	62	2	5
	瓦子台 1	东南	78	6	15
	瓦子台 2	东南	74	1	3
	朝阳井 2	北	55	4	10
	瓦子台 4	西北	56	3	8
	瓦子台 6	西北	94	1	3
	瓦子台 7	西北	77	2	5
	朝阳井 3	东南	70	1	3
	朝阳井 4	东南	84	1	3
	鸭子幼儿园	西	90		30
	朝阳井 5	西	77	8	20
	朝阳井 6	东	55	3	8
	朝阳井 7	东	90	6	15
	熊家桥 1	西	74	2	5
	熊家桥 2	东	56	2	5
	熊家桥 5	东南	52	2	5
	熊家桥 5	西北	53	1	3
	斑竹林 1	东南	83	1	3
	斑竹林 2	西北	77	3	8
	官塘 1	东南	69	2	5

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	官塘 2	东南	64	4	10
	官塘 3	西北	67	2	5
	熊家桥 8	东	53	4	10
	斑竹林 3	西北	56	2	5
	斑竹林 4	东南	70	2	5
	斑竹林 4	西北	66	4	10
	斑竹林 5	西北	80	2	5
	斑竹林 6	东南	95	1	3
	斑竹林 7	东南	65	9	23
	杨家河 1	西北	95	1	3
	杨家河 5	东	73	2	5
	杨家河 6	东南	72	10	25
	杨家河 7	西北	61	2	5
	建立村 1	西北	65	2	5
	建立村 2	东南	67	2	5
	建立村 3	东南	76	1	3
	三观音 1	东南	58	1	3
	三观音 1	西北	68	6	15
	三观音 2	西北	70	3	8
	三观音 3	东南	81	2	5
	三观音 4	东南	84	3	8
	芭蕉咀 1	东南	51	3	8
	芭蕉咀 1	西北	53	6	15
	芭蕉咀 2	南	54	9	23
	芭蕉咀 3	北	80	3	8
100～200m	大粪凼 1	东南	159	3	8
	大粪凼 2	西北	113	4	10
	大粪凼 3	东南	130	2	5
	大粪凼 5	西北	118	5	13
	郭家冲 1	西北	122	4	10
	郭家冲 2	西	159	1	3
	郭家冲 3	东北	196	12	30
	郭家冲 4	西南	104	8	20
	烂祠堂 1	东南	113	16	40
	烂祠堂 2	西北	176	1	3
	烂祠堂 3	西北	112	7	18
	烂祠堂 5	南	104	5	13
	烂祠堂 6	南	109	13	33
	烂祠堂 7	西北	101	7	18
	烂祠堂 8	东南	101	1	3
	烂祠堂 9	东南	120	7	18
	瓦子台 1	东南	106	2	5
	瓦子台 2	东南	112	4	10
	瓦子台 2	西北	149	1	3
	朝阳井 1	西北	131	5	13

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	瓦子台 4	东南	134	8	20
	瓦子台 5	西北	131	3	8
	瓦子台 6	西北	106	5	13
	瓦子台 7	西北	111	3	8
	朝阳井 3	东南	101	6	15
	朝阳井 4	东南	102	7	18
	朝阳井 5	西	106	24	60
	朝阳井 6	东	102	9	23
	朝阳井 7	东	134	2	5
	熊家桥 1	西	158	2	5
	熊家桥 2	东	117	6	15
	熊家桥 3	西北	122	2	5
	熊家桥 4	西北	108	4	10
	熊家桥 5	东南	120	1	3
	熊家桥 6	东南	140	6	15
	斑竹林 1	东南	110	9	23
	斑竹林 2	西北	113	11	28
	官塘 1	东南	103	3	8
	官塘 2	东南	110	6	15
	官塘 4	西北	155	4	10
	熊家桥 7	西	100	2	5
	熊家桥 8	东	160	3	8
	斑竹林 5	西北	156	8	20
	斑竹林 6	东南	126	8	20
	斑竹林 7	东南	111	10	25
	杨家河 1	西北	125	6	15
	杨家河 2	东南	122	2	5
	杨家河 3	东南	129	5	13
	杨家河 4	西北	111	11	28
	杨家河 5	东	110	5	13
	杨家河 6	东南	100	3	8
	杨家河 7	西北	125	8	20
	建立村 1	东南	121	4	10
	建立村 2	东南	101	7	18
	建立村 3	东南	109	3	8
	建立村 4	西北	103	4	10
	堰坡	西北	142	5	13
	三观音 1	东南	166	1	3
	三观音 1	西北	107	6	15
	三观音 2	西北	115	2	5
	三观音 3	东南	114	4	10
	三观音 4	东南	112	9	23
	芭蕉咀 1	东南	107	8	20
	芭蕉咀 1	西北	109	5	13
	芭蕉咀 2	南	115	3	8

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	芭蕉咀 3	北	113	10	25
1#阀室-2#阀室					
0～30m	芭蕉咀 5	北	15	2	5
	董家冲 4	东南	15	1	3
	董家冲 4	西北	7	1	3
	卓家湾 3	东南	12	1	3
	卓家湾 4	东南	9	2	5
	双桥子 3	东南	30	1	3
	双桥子 3	东南	6	1	3
	双桥子 1	东南	16	1	3
	双桥子 5	西北	30	1	3
	黄咀 4	西北	14	1	3
	李家湾 2	东南	15	1	3
	黄咀 4	西北	30	1	3
	李家湾 7	东南	30	1	3
	李家湾 8	西北	20	1	3
	瓦家湾 3	东南	21	1	3
	瓦家湾 3	东南	30	4	10
	瓦家湾 5	东南	30	1	3
	瓦家湾 8	南	30	1	3
	瓦家湾 7	北	30	1	3
	瓦家湾 7	北	12	1	3
	伊家村 2	南	30	5	13
	稍长沟 3	北	23	1	3
	稍长沟 2	南	30	1	3
	稍长沟 3	南	30	1	3
	周沟村	西北	12	2	5
	回龙湾 2	北	22	1	3
	回龙湾 2	北	30	1	3
	龚家冲	西北	25	1	3
	飘路村	西北	13	1	3
	象鼻咀	东南	7	2	5
	小冲	南	25	1	3
	唐家咀	南	22	2	5
30～50m	芭蕉咀 5	北	35	3	8
	卓家湾 3	东南	32	2	5
	卓家湾 4	西北	35	2	5
	双桥子 1	东南	32	1	3
	双桥子 5	东南	37	1	3
	双桥子 6	西北	38	1	3
	李家湾 2	东南	33	3	8
	李家湾 8	西北	39	1	3
	伊家村 1	北	33	3	8
	伊家村 2	北	40	1	3
	稍长沟 1	西北	35	2	5

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	稍长沟 3	北	31	2	5
	严家沟 2	南	35	1	3
	严家沟 3	北	33	1	3
	严家沟 2	北	40	1	3
	严家沟 4	南	34	1	3
	严家沟 4	北	37	2	5
	周沟村	西北	38	1	3
	回龙湾 1	东南	37	3	8
	回龙湾 2	西北	37	2	5
	回龙湾 2	东南	40	4	10
	洪坝村	东南	33	1	3
	洪坝村	西北	36	1	3
	龚家冲	西北	33	4	10
	龚家冲	东南	32	2	5
	飘路村	西北	32	3	8
	飘路村	东南	40	2	5
	象鼻咀	东南	36	2	5
	象鼻咀	西北	50	1	3
	小冲	南	34	3	8
	小冲	西北	40	1	3
	唐家咀	南	33	7	18
	唐家咀	北	31	1	3
	巩冲村	南	35	1	3
50～100m	芭蕉咀 4	南	55	3	8
	芭蕉咀 4	北	53	3	8
	芭蕉咀 5	北	60	4	10
	董家冲 3	西北	65	1	3
	董家冲 4	东南	54	7	18
	董家冲 6	西北	55	1	3
	双桥子 1	东南	51	7	18
	卓家湾 1	东南	57	3	8
	卓家湾 3	东南	67	4	10
	卓家湾 3	西北	63	5	13
	黄咀 1	东南	60	2	5
	黄咀 2	西北	63	2	5
	黄咀 3	西北	77	1	3
	李家湾 2	东南	85	1	3
	李家湾 3	西北	75	3	8
	双桥子 4	西北	70	2	5
	双桥子 5	西北	61	6	15
	双桥子 5	东南	50	1	3
	双桥子 6	西北	52	4	10
	李家湾 4	东南	54	3	8
	李家湾 7	东南	64	4	10
	李家湾 9	东南	59	4	10

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	瓦家湾 1	东南	61	7	18
	瓦家湾 3	东南	57	6	15
	瓦家湾 4	西北	63	8	20
	瓦家湾 5	东南	77	1	3
	瓦家湾 6	西北	56	1	3
	瓦家湾 7	北	61	4	10
	瓦家湾 8	南	73	2	5
	伊家村 1	北	53	4	10
	稍长沟 1	西北	54	6	15
	稍长沟 2	南	62	2	5
	稍长沟 3	北	61	2	5
	严家沟 2	南	38	3	8
	严家沟 2	北	60	5	13
	严家沟 3	北	59	2	5
	严家沟 4	南	66	9	23
	严家沟 4	北	54	3	8
	回龙湾 1	东南	58	10	25
	回龙湾 1	西北	60	1	3
	周沟村	南	79	2	5
	周沟村	西北	61	8	20
	周坡村	南	51	3	8
	回龙湾 2	东南	54	6	15
	虾儿淮 2	东南	62	4	10
	龚家冲	西北	51	5	13
	龚家冲	东南	72	4	10
	洪坝村	东南	65	4	10
	飘路村	东南	74	10	25
	飘路村	西北	73	11	28
	象鼻咀	东南	54	4	10
	象鼻咀	西北	75	2	5
	小冲	东南	68	7	18
	小冲	西北	51	3	8
	唐家咀	南	50	16	40
	唐家咀	北	74	5	13
	巩冲村	南	75	4	10
	巩冲村	北	75	5	13
100～200m	芭蕉咀 4	北	126	5	13
	芭蕉咀 5	南	152	4	10
	芭蕉咀 5	北	175	1	3
	董家冲 1	西北	172	4	10
	董家冲 2	东南	119	3	8
	董家冲 3	西北	123	1	3
	董家冲 4	东南	158	4	10
	董家冲 5	西北	168	4	10
	董家冲 6	东南	121	8	20

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	双桥子 2	东南	141	11	28
	卓家湾 1	东南	100	2	5
	卓家湾 2	西北	101	10	25
	卓家湾 3	东南	107	6	15
	卓家湾 3	西北	106	5	13
	卓家湾 4	西北	109	5	13
	黄咀 1	东南	106	5	13
	黄咀 2	西北	103	12	30
	黄咀 3	西北	101	3	8
	李家湾 1	西北	134	2	5
	李家湾 3	西北	112	6	15
	李家湾 5	西北	128	3	8
	双桥子 4	东南	135	8	20
	双桥子 5	东南	107	3	8
	双桥子 5	西北	124	9	23
	双桥子 6	西北	100	2	5
	李家湾 4	东南	130	3	8
	李家湾 6	东南	137	2	5
	李家湾 7	东南	138	9	23
	李家湾 7	西北	133	4	10
	李家湾 8	西北	114	1	3
	李家湾 9	西北	127	6	15
	瓦家湾 1	东南	101	9	23
	瓦家湾 2	西北	102	5	13
	瓦家湾 3	东南	100	1	3
	瓦家湾 5	东南	104	4	10
	瓦家湾 6	西北	103	5	13
	瓦家湾 7	北	145	7	18
	瓦家湾 8	南	124	7	18
	伊家村 1	南	151	4	10
	伊家村 1	北	134	1	3
	伊家村 2	北	129	6	15
	稍长沟 1	南	186	1	3
	稍长沟 1	西北	116	7	18
	伊家村 2	南	120	9	23
	伊家村 2	北	125	4	10
	稍长沟 2	南	122	8	20
	稍长沟 3	南	106	8	20
	稍长沟 3	北	101	8	20
	严家沟 1	南	100	11	28
	严家沟 2	南	109	5	13
	严家沟 2	北	105	6	15
	严家沟 3	北	105	3	8
	严家沟 4	南	105	11	28
	回龙湾 1	东南	169	7	18

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	回龙湾 1	西北	153	16	40
	周沟村	南	103	12	30
	周沟村	西北	100	10	25
	周坡村	南	106	2	5
	回龙湾 2	东南	125	6	15
	回龙湾 2	西北	150	2	5
	虾儿淮 1	南	101	5	13
	虾儿淮 1	西北	155	12	30
	虾儿淮 2	东南	115	16	40
	虾儿淮 2	西北	160	5	13
	龚家冲	东南	134	10	25
	龚家冲	西北	114	12	30
	洪坝村	东南	114	6	15
	洪坝村	西北	107	4	10
	飘路村	东南	121	11	28
	飘路村	西北	114	14	35
	象鼻咀	东南	107	5	13
	象鼻咀	西北	106	21	53
	小冲	东南	107	16	40
	小冲	南	121	4	10
	小冲	西北	150	25	63
	小冲	东北	140	23	58
	唐家咀	南	100	10	25
	唐家咀	北	153	16	40
	巩冲村	南	110	21	53
2#阀室-3#阀室					
0～30m	柏林坳	东南	10	3	11
	柏林坳	西北	21	1	4
	阴阳湾	东南	12	2	8
	阴阳湾	东南	30	5	19
	三房沟	西北	20	1	4
	三房沟	东南	25	1	4
	李家山	西北	15	2	8
	李家山	东南	15	2	8
	关木冲 1	东南	17	1	4
	关木冲 2	东南	26	1	4
	关木冲 3	东	11	1	4
	学堂村 2	东	16	1	4
	牛桥村	西北	12	2	8
	牛桥村	东南	24	1	4
	石溪村 1	西	9	2	8
	石溪村 1	东	30	2	8
	界碑坳	东南	3	1	4
	白马滩村	西北	18	1	4
	白马滩村	西北	30	1	4

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	双井村 3	北	30	2	8
	双井村 1	南	30	1	4
	双井村 3	北	19	1	4
	双井村 1	南	20	1	4
	双井村 2	北	9	1	4
	宁安桥村 2	西南	20	1	4
	宁安桥村 2	东北	21	1	4
	宁安桥村 1	北	22	1	4
	宁安桥村 2	西南	30	2	8
	十字村 2	西南	18	1	4
	十字村 2	东北	7	1	4
	十字村 2	东北	30	1	4
30～50m	柏林坳	东南	34	9	34
	三房沟	东南	33	2	8
	李家山	西北	36	2	8
	李家山	东南	37	1	4
	关木冲 1	东南	31	2	8
	关木冲 2	东南	37	3	11
	关木冲 3	西	35	2	8
	学堂村 2	东	33	1	4
	牛桥村	西北	34	3	11
	牛桥村	东南	34	3	11
	熊家塘	西	38	1	4
	石溪村 1	西	42	1	4
	双井村 2	南	37	1	4
	双井村 1	北	34	4	15
	五龙村 3	南	33	1	4
	五龙村 1	西南	33	1	4
50～100m	柏林坳	东南	58	9	34
	柏林坳	西北	62	10	38
	阴阳湾	西北	55	27	103
	阴阳湾	东南	53	12	46
	三房沟	东南	73	8	30
	三房沟	西北	82	5	19
	李家山	东南	72	10	38
	李家山	西北	58	2	8
	狮阳村	西北	93	2	8
	关木冲 1	东南	63	4	15
	关木冲 2	东南	62	8	30
	关木冲 2	西北	55	1	4
	关木冲 3	东	60	2	8
	关木冲 3	西	58	4	15
	磨盘坳	西	59	5	19
	磨盘坳	东	58	8	30
	学堂村 1	西	79	3	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	徐家沟	东南	57	4	15
	徐家沟	西北	95	1	4
	学堂村 2	东	85	2	8
	牛桥村	东南	51	14	53
	牛桥村	西北	60	8	30
	石溪村 1	东	54	4	15
	石溪村 1	西	51	2	8
	熊家塘	西	54	3	11
	界碑坳	西北	54	4	15
	石溪村 2	西	50	4	15
	白马滩村	东南	71	1	4
	白马滩村	西北	88	2	8
	双井村 3	北	63	16	61
	双井村 1	北	57	6	23
	双井村 2	南	83	1	4
	田溪口村	南	60	5	19
	染房坝村 2	西南	53	4	15
	宁安桥村 2	西南	77	4	15
	宁安桥村 2	东北	73	4	15
	染房坝村 1	西南	75	4	15
	染房坝村 1	东北	96	1	4
	宁安桥村 1	南	58	3	11
	芦音村 3	南	84	1	4
	五龙村 3	南	79	2	8
	芦音村 2	北	60	1	4
	五龙村 1	西南	56	3	11
	五龙村 2	东北	58	6	23
	五龙村 2	西南	70	1	4
	二八村 1	东北	95	1	4
	十字村 2	西南	54	3	11
	十字村 2	东北	53	7	27
100～200m	柏林坳	东南	100	18	68
	柏林坳	西北	130	14	53
	柏林坳	北	104	4	15
	阴阳湾	西北	101	31	118
	阴阳湾	东南	106	18	68
	三房沟	东南	100	8	30
	三房沟	西北	101	6	23
	李家山	东南	104	12	46
	李家山	西北	105	2	8
	狮阳村	东南	111	2	8
	狮阳村	西北	132	10	38
	关木冲 1	东南	117	7	27
	关木冲 2	东南	113	9	34
	关木冲 3	西	112	1	4

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	磨盘坳	东	100	13	49
	磨盘坳	西	154	1	4
	学堂村 1	西	100	15	57
	学堂村 1	东	109	6	23
	徐家沟	东南	111	3	11
	徐家沟	西北	110	10	38
	学堂村 2	东	121	6	23
	学堂村 2	西北	126	2	8
	牛桥村	东南	110	11	42
	牛桥村	西北	100	9	34
	石溪村 1	东	137	5	19
	石溪村 1	西	175	1	4
	熊家塘	西	102	9	34
	熊家塘	东	127	2	8
	界碑坳	东南	151	4	15
	界碑坳	西北	111	9	34
	石溪村 2	西	108	9	34
	白马滩村	东南	157	3	11
	白马滩村	西北	113	8	30
	双井村 3	南	111	8	30
	双井村 3	北	105	7	27
	双井村 1	北	100	4	15
	双井村 2	南	120	7	27
	田溪口村	南	111	11	42
	染房坝村 2	西南	124	4	15
	染房坝村 2	东北	103	11	42
	染房坝村 3	南	160	9	34
	长山村	西南	175	1	4
	长山村	东北	180	1	4
	宁安桥村 2	西南	101	4	15
	染房坝村 1	西南	103	3	11
	染房坝村 1	东北	101	21	80
	宁安桥村 1	南	112	2	8
	宁安桥村 1	北	114	12	46
	宁安桥村 3	南	125	1	4
	芦音村 1	北	180	4	15
	芦音村 2	北	145	3	11
	芦音村 3	南	155	10	38
	芦音村 2	北	137	2	8
	五龙村 1	西南	131	11	42
	五龙村 2	西南	101	9	34
	五龙村 2	东北	102	4	15
	二八村 1	东北	112	9	34
	十字村 2	西南	102	5	19
3#阀室-内江注入站					

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
0～30m	十字村 1	西南	30	5	19
	十字村 1	东北	30	5	19
	十字村 1	东北	11	3	11
	十字村 1	西南	8	4	15
	水大田村	西南	14	1	4
	水大田村	东北	18	1	4
	楠桥村 2	西南	30	3	11
	三溪村	东南	20	1	4
	三溪村	西北	30	1	4
	狮沟村 1	西南	17	2	8
	狮沟村 1	东北	14	2	8
	狮沟村 1	西南	30	5	19
	狮沟村 1	东北	30	5	19
	红坝村 2	北	15	1	4
	红碑村	东北	19	1	4
	红碑村	东北	30	1	4
	三元村	东南	23	2	8
	红坝村 1	东南	30	3	11
	花园村 1	北	15	4	15
	花园村 1	北	30	2	8
	五庙村 2	北	15	1	4
	五庙村 1	东南	12	1	4
	五庙村 1	西北	13	1	4
	五庙村 1	西北	30	4	15
	龟山村	南	16	1	4
	白果村 2	东南	13	1	4
	龙冲村 2	东南	8	1	4
	龙冲村 1	东南	16	1	4
	龙冲村 1	东南	30	2	8
30～50m	水大田村	东北	40	2	6
	水大田村	西南	34	1	3
	二八村 2	北	34	2	6
	三溪村	西南	33	5	14
	三溪村	东南	35	6	17
	船若村	东北	33	1	3
	红坝村 2	北	34	3	8
	狮沟村 1	西南	32	2	6
	红坝村 1	西北	31	2	6
	三元村	东南	37	1	3
	花园村 4	南	34	2	6
	花园村 5	南	32	2	6
	五庙村 3	南	33	1	3
	五庙村 2	北	37	2	6
	五庙村 1	东南	32	2	6
	龟山村	南	35	3	8

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	双坝村	东南	33	2	6
	龙冲村 3	东南	31	4	11
	龙冲村 3	西北	32	1	3
	龙冲村 2	西北	40	1	3
50～100m	十字村 1	西南	51	10	28
	十字村 1	东北	52	7	20
	二八村 2	南	70	3	8
	二八村 2	北	55	1	3
	水大田村	西南	85	1	3
	水大田村	东北	58	5	14
	楠桥村 2	西南	56	2	6
	楠桥村 1	北	80	3	8
	三溪村	西南	57	5	14
	三溪村	东南	55	3	8
	三溪村	东北	52	3	8
	船若村	西南	77	1	3
	狮沟村 2	东北	82	2	6
	狮沟村 1	西南	50	11	31
	狮沟村 1	东北	55	10	28
	红坝村 2	南	50	1	3
	红坝村 2	北	52	9	25
	红碑村	东北	82	2	6
	狮沟村 1	西南	50	3	8
	红坝村 1	东南	52	4	11
	红坝村 1	西北	54	2	6
	三元村	东南	51	3	8
	花园村 1	北	54	2	6
	花园村 4	南	55	1	3
	花园村 7	北	68	3	8
	五庙村 1	南	80	1	3
	五庙村 1	东南	52	6	17
	五庙村 1	西北	53	7	20
	五庙村 2	北	52	2	6
	龟山村	南	54	4	11
	龟山村	北	80	3	8
	白果村 2	东南	69	5	14
	白果村 1	西北	60	3	8
	余家湾村	东南	63	7	20
	龙冲村 3	东南	56	2	6
	龙冲村 3	西北	58	5	14
	双坝村	西北	59	2	6
	龙冲村 1	东南	66	4	11
	龙冲村 1	西北	62	1	3
	龙冲村 2	东南	65	5	14
	龙冲村 2	西北	74	3	8

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	破马村 6	南	76	1	3
	破马村 7	南	52	1	3
	破马村 7	北	89	2	6
50～100m	二八村 1	东北	104	3	8
	十字村 1	西南	109	12	34
	十字村 1	东北	101	5	14
	二八村 2	南	140	4	11
	二八村 2	北	110	13	36
	水大田村	西南	107	2	6
	水大田村	东北	127	8	22
	楠桥村 2	西南	132	1	3
	楠桥村 1	北	114	18	50
	楠桥村 3	南	157	6	17
	三溪村	西南	117	6	17
	三溪村	东南	100	6	17
	三溪村	东北	121	6	17
	船若村	西南	115	2	6
	狮沟村 2	东北	107	5	14
	狮沟村 1	西南	106	3	8
	红坝村 2	南	102	2	6
	红坝村 2	西南	103	8	22
	红坝村 2	北	110	10	28
	红碑村	东北	116	4	11
	红坝村 1	东南	127	1	3
	红坝村 1	西北	101	21	59
	三元村	东南	105	11	31
	三元村	西北	160	2	6
	花园村 2	南	124	5	14
	花园村 3	南	104	4	11
	花园村 4	南	104	5	14
	花园村 6	南	100	3	8
	花园村 7	北	105	2	6
	五庙村 3	南	113	1	3
	五庙村 1	东南	101	10	28
	五庙村 1	西北	124	7	20
	五庙村 2	北	109	6	17
	五庙村 3	南	108	2	6
	龟山村	南	108	3	8
	龟山村	北	102	23	64
	杨柳村	西北	125	12	34
	白果村 2	东南	104	9	25
	白果村 2	西北	138	12	34
	白果村 1	东南	100	3	8
	白果村 1	西北	160	6	17
	余家湾村	东南	100	11	31

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	龙冲村 3	东南	102	8	22
	龙冲村 3	西北	100	2	6
	双坝村	西北	135	18	50
	双坝村	东南	115	7	20
	龙冲村 1	东南	135	7	20
	龙冲村 1	西北	101	5	14
	龙冲村 2	东南	102	3	8
	龙冲村 2	西北	141	1	3
	破马村 6	南	116	7	20
	破马村 6	北	176	6	17
	破马村 7	南	132	10	28
	破马村 7	北	107	5	14
内江注入站-4#阀室					
0～30m	破马村 5#	西北	28	1	3
	破马村 4#	北	10	2	6
	塘坊冲村	北	23	5	14
	西然村	南	9	2	6
	西然村	北	13	1	3
	交通村	西北	13	6	17
	交通村	南	13	2	6
	喻家沟村 3#	南	12	1	3
	喻家沟村 2#	西南	11	6	17
	喻家沟村 2#	东北	8	4	11
	喻家沟村 1#	北	28	1	3
	观音溪村	西南	10	3	8
	观音溪村	东北	7	8	22
	太和村 2#	北	17	5	14
	太和村 1#	东南	3	6	17
	太和村 1#	西北	13	3	8
	谷嘴村 3#	南	19	3	8
	谷嘴村 3#	北	17	6	17
	新屋村	北	25	1	3
	车星村	东南	22	1	3
	谢家沟	西	10	6	17
	谢家沟	东	22	3	8
30～50m	破马村 5#	西北	31	1	3
	塘坊冲村	北	31	5	14
	谷嘴村 2#	东南	34	1	3
50～100m	破马村 5#	西北	51	2	6
	破马村 4#	北	67	3	8
	塘坊冲村	南	51	11	31
	塘坊冲村	北	51	8	22
	西然村	南	71	1	3
	西然村	北	60	3	8
	交通村	西北	51	4	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	交通村	南	51	8	22
	喻家沟村 3#	南	52	2	6
	喻家沟村 3#	东北	51	3	8
	喻家沟村 2#	西南	51	4	11
	喻家沟村 2#	东北	51	4	11
	喻家沟村 1#	北	63	2	6
	观音溪村	西南	58	4	11
	观音溪村	东北	51	1	3
	太和村 2#	南	74	2	6
	太和村 2#	北	51	4	11
	太和村 1#	东南	54	5	14
	谷嘴村 3#	南	55	7	20
	谷嘴村 3#	北	51	9	25
	谷嘴村 5#	南	86	1	3
	谷嘴村 1#	北	57	3	8
	谷嘴村 2#	东南	51	7	20
	谷嘴村 2#	西北	52	3	8
	龙安村	南	52	16	45
	新屋村	北	51	4	11
	七星村	西北	51	7	20
	七星村	东南	90	2	6
	车星村	北	77	1	3
	黄柬嘴	东	77	1	3
	龙家坝	西	80	1	3
	罗坤村	西北	51	7	20
	罗坤村	东南	73	2	6
	谢家沟	西	51	10	28
	谢家沟	东	51	2	6
	白羊湾	北	88	1	3
	佛耳岩	东南	83	1	3
	佛耳岩	西北	51	3	8
100～200m	破马村 5#	西北	121	10	28
	破马村 4#	南	115	6	17
	破马村 4#	北	101	11	31
	塘坊冲村	南	101	10	28
	塘坊冲村	北	101	25	70
	西然村	南	111	4	11
	西然村	北	105	16	45
	交通村	南	101	22	62
	交通村	西北	101	14	39
	喻家沟村 3#	南	101	8	22
	喻家沟村 3#	东北	101	6	17
	喻家沟村 2#	西南	107	7	20
	喻家沟村 2#	东北	110	18	50
	喻家沟村 1#	南	122	1	3

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	喻家沟村 1#	北	114	20	56
	观音溪村	西南	101	6	17
	观音溪村	东北	106	6	17
	太和村 2#	南	101	17	48
	太和村 1#	东南	127	4	11
	太和村 1#	西北	101	10	28
	谷嘴村 3#	南	101	9	25
	谷嘴村 3#	北	104	9	25
	谷嘴村 4#	北	101	15	42
	谷嘴村 5#	南	116	12	34
	谷嘴村 1#	北	101	7	20
	谷嘴村 2#	东南	101	10	28
	谷嘴村 2#	西北	117	3	8
	龙安村	南	101	26	73
	龙安村	北	104	1	3
	新屋村	北	101	21	59
	七星村	东南	101	17	48
	七星村	西北	101	43	120
	三县村	西北	116	1	3
	车星村	东南	169	1	3
	车星村	北	106	2	6
	黄柬嘴	东	101	2	6
	龙家坝	东	101	2	6
	龙家坝	西	101	6	17
	罗坤村	西北	101	7	20
	罗坤村	东南	101	1	3
	谢家沟	东	101	6	17
	谢家沟	西	101	3	8
	白羊湾	北	101	5	14
	佛耳岩	东南	119	3	8
	佛耳岩	西北	101	4	11
4#阀室-5#阀室					
0～30m	三多堰	西北	27	1	4
	嘉庆村	东南	22	3	9
	嘉庆村	西北	29	2	6
	龙王冲	西北	27	1	3
	双石村	南	13	7	22
	五堡村	北	11	1	3
	五堡村	南	19	1	3
	陈家寨	南	13	5	16
	陈家寨	北	18	1	3
	杨郭湾	西南	5	4	12
	方家沟	北	15	9	28
30～50m	董家湾	西北	33	1	3
	打鼓山	东南	42	1	4

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	三多堰	东	35	1	3
	王家沟	东北	42	2	6
50～100m	董家湾	西北	51	5	16
	打鼓山	东南	87	1	3
	打鼓山	北	60	1	3
	三多堰	西北	51	10	31
	三多堰	东	51	2	6
	左家沟	东南	51	2	6
	嘉庆村	东南	51	1	5
	嘉庆村	西北	51	5	16
	双石村	南	51	7	22
	双石村	西北	75	1	4
	五堡村	南	58	2	6
	五堡村	北	56	5	16
	陈家寨	南	87	3	10
	陈家寨	北	51	11	34
	磨子岩	北	51	4	12
	万家沟	南	73	1	3
	王家沟	东北	51	7	22
	杨郭湾	西南	51	6	19
	方家沟	北	51	21	65
100～200m	董家湾	东南	101	9	28
	打鼓山	东南	101	10	31
	打鼓山	北	101	4	12
	三多堰	西北	101	11	34
	三多堰	东	101	2	6
	左家沟	东南	147	4	12
	嘉庆村	东南	101	6	19
	嘉庆村	西北	105	4	12
	吊脚湾	西北	101	3	9
	双石村	南	101	4	12
	双石村	西北	101	4	12
	五堡村	南	101	7	22
	五堡村	北	101	17	53
	陈家寨	南	101	4	12
	陈家寨	北	101	13	40
	磨子岩	北	101	6	19
	万家沟	南	101	3	9
	王家沟	北	138	4	12
	王家沟	东北	147	3	9
	杨郭湾	东北	101	8	25
	杨郭湾	西南	101	2	6
	方家沟	南	101	4	12
	方家沟	南	101	5	16
	方家沟	北	101	11	34

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
5#阀室-6#阀室					
0～30m	方家沟	北	25	2	6
	莲花寺	南	27	2	6
	石坝村	南	11	1	3
	任家坪	南	14	1	4
	任家坪	西北	26	1	3
	印家店子	东	24	4	13
	印家店子	西北	22	3	10
	杨家祠堂	南	11	2	6
	杨家祠堂	北	16	4	13
	马家沟	东北	17	3	10
	吊脚楼	东北	15	2	6
	双溪村	北	8	1	3
	东林村	东南	27	1	5
	东林村	北	30	1	3
	蒋家沟	西北	7	5	16
	蒋家沟	南	19	1	3
	陆家坝	东南	28	1	3
	水观音	南	22	3	10
	水观音	北	30	1	3
	油房沟	南	14	2	7
	油房沟	西北	7	8	26
30～50m	吊脚楼	西南	40	1	4
	东林村	南	41	1	3
	陆家坝	西北	46	1	5
50～100m	方家沟	北	51	7	23
	莲花寺	南	51	1	3
	石坝村	北	56	1	5
	任家坪	南	51	4	13
	任家坪	西北	51	2	6
	印家店子	东	76	1	3
	印家店子	西北	55	4	13
	杨家祠堂	南	51	2	7
	杨家祠堂	北	51	4	13
	马家沟	西南	51	2	6
	吊脚楼	西南	51	4	13
	吊脚楼	东北	51	3	10
	双溪村	北	51	2	6
	东林村	南	66	3	10
	东林村	东南	51	3	10
	东林村	北	65	2	6
	寨子坡	南	51	4	13
	蒋家沟	南	59	7	22
	蒋家沟	西北	51	9	29
	新店村	南	51	3	10

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	陆家坝	东南	51	4	13
	水观音	南	51	2	6
	水观音	北	73	1	5
	油房沟	南	68	5	16
	油房沟	西北	51	11	35
	天堂破	东南	59	3	11
	天堂破	西北	56	3	10
100～200m	方家沟	北	101	3	10
	莲花寺	南	110	5	16
	石坝村	北	114	2	6
	任家坪	南	101	3	10
	任家坪	西北	142	2	6
	印家店子	东	133	3	10
	印家店子	西北	101	13	42
	杨家祠堂	南	101	4	13
	杨家祠堂	北	101	25	80
	马家沟	西南	101	3	10
	马家沟	东北	135	1	3
	吊脚楼	西南	114	1	3
	吊脚楼	东北	114	3	10
	龙家冲	南	101	6	19
	双溪村	北	101	7	22
	东林村	南	101	2	6
	东林村	东南	101	5	16
	东林村	北	106	8	26
	寨子坡	南	152	10	32
	蒋家沟	南	101	2	6
	蒋家沟	西北	101	11	35
	新店村	南	101	14	45
	板栗湾	南	115	4	13
	老鹰石	西北	110	2	6
	陆家坝	东南	118	4	13
	水观音	南	101	10	32
	水观音	北	101	8	26
	油房沟	南	101	12	38
	油房沟	西北	101	4	13
	天堂破	西北	101	5	16
6#阀室-7#阀室					
0～30m	清明沟	北	23	1	3
	于家沟	西北	22	1	4
	莫家店子	东	27	1	3
	石朝门	西北	31	1	4
	文化村	南	16	4	14
	高碑村	西北	19	2	7
	高碑村	东南	25	1	4

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	张家湾	东南	13	7	25
	张家湾	西北	30	4	14
	河家坝	东南	13	6	21
	河家坝	西北	20	2	7
	胡家岩湾	西北	15	2	7
	胡家岩湾	东南	6	2	7
	螺狮形	东南	18	3	11
	螺狮形	西北	26	1	4
	斩龙垭	北	23	5	18
	洪太村	西北	17	5	18
	洪太村	东南	10	1	3
	泰洪山	东南	1	2	7
	清明田湾	北	29	1	4
	谭家坝	西北	22	6	21
30～50m	石朝门	西北	31	1	5
	新房子	北	32	2	7
	田家沟	西北	40	1	3
	桂花湾	南	33	2	7
	泰洪山	西北	38	1	4
50～100m	清明沟	南	55	1	4
	清明沟	北	51	1	4
	柿花村	东南	68	2	7
	于家沟	西北	55	4	14
	莫家店子	东	51	4	14
	莫家店子	西	51	1	4
	莫家寨	东南	66	1	4
	莫家寨	西北	51	1	4
	石朝门	西北	50	3	11
	石桥沟	东南	51	2	7
	月台村	西	61	2	7
	戴家沟	南	91	1	4
	文化村	南	51	4	14
	朱家沟	东南	70	1	4
	高碑村	东南	67	4	14
	高碑村	西北	81	2	7
	鸡公岭	西北	69	2	7
	张家湾	东南	51	11	39
	张家湾	西北	51	8	28
	河家坝	东南	51	3	11
	河家坝	西北	51	7	25
	胡家岩湾	东南	51	10	35
	胡家岩湾	西北	51	2	7
	螺狮形	东南	51	3	11
	螺狮形	西北	68	3	11
	新房子	北	51	8	28

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	新桥	东南	58	3	11
	赵家坳	西北	51	14	49
	赵家坳	东南	51	1	4
	田家沟	东南	51	5	18
	田家沟	西北	56	1	4
	斩龙垭	北	51	3	11
	洪太村	西北	51	1	4
	泰洪山	东南	70	2	7
	泰洪山	西北	51	5	18
	清明田湾	南	51	1	4
	清明田湾	北	51	4	14
	谭家坝	西北	70	4	14
100～200m	清明沟	北	141	1	4
	柿花村	东南	109	7	25
	于家沟	东南	126	1	4
	于家沟	西北	101	3	11
	莫家寨	东南	101	11	39
	莫家寨	西北	108	8	28
	石朝门	东南	148	1	4
	石桥沟	东南	101	3	11
	月台村	西	114	4	14
	戴家沟	南	105	2	7
	文化村	南	108	4	14
	文化村	西北	111	16	56
	朱家沟	东南	101	4	14
	高碑村	东南	101	9	32
	高碑村	西北	112	1	4
	鸡公岭	西北	101	6	21
	张家湾	东南	101	8	28
	张家湾	西北	101	16	56
	河家坝	东南	101	10	35
	河家坝	西北	101	3	11
	胡家岩湾	东南	105	4	14
	胡家岩湾	西北	101	9	32
	螺狮形	西北	101	3	11
	新房子	北	107	4	14
	新桥	东南	147	5	18
	赵家坳	西北	125	4	14
	赵家坳	东南	122	1	4
	桂花湾	南	108	6	21
	田家沟	东南	137	4	14
	田家沟	西北	115	1	4
	斩龙垭	北	101	10	35
	洪太村	东南	125	8	28
	泰洪山	东南	158	3	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	泰洪山	西北	113	3	11
	清明田湾	南	101	1	4
	清明田湾	北	101	8	28
	谭家坝	东南	124	5	18
	谭家坝	西北	117	6	21
7#阀室-铜梁压气站					
0～30m	桐子坝	南	22	1	4
	桐子坝	北	29	1	3
	鲁家坝	西北	27	2	7
	石家沟	南	12	2	7
	石家沟	北	19	4	14
	钱家沟	南	20	1	4
	柿子湾	东南	27	1	5
	柿子湾	西北	15	2	7
	白果湾	西北	18	1	4
	沈家院子	南	28	2	7
	杨家湾	北	20	3	11
	滥田湾	东南	13	2	7
	染房院子	南	23	2	7
	杨家酢房	南	25	1	3
	杨家酢房	北	19	3	11
	白塔村	北	13	3	11
	酢房院子	南	22	1	4
	酢房院子	北	9	2	7
	五家拱桥	北	27	1	4
	厅房湾	东南	16	1	3
	厅房湾	西北	17	1	4
	杜家老房子	西北	24	2	7
	观音岩	西北	10	3	11
	碉楼房子	南	13	3	11
	碉楼房子	北	17	1	5
	刘家湾	东南	15	5	18
	本清村	东南	23	3	11
30～50m	清明田湾	南	37	1	3
	唐家沟	东南	34	1	5
	人跪上坎	南	37	1	4
	钱家沟	北	38	1	3
	沙湾	西北	37	1	5
	杨家湾	南	33	1	4
	滥田湾	西北	40	1	4
	白塔村	西北	36	1	5
	槐树湾	东南	31	1	4
	观音岩	东南	36	3	11
	刘家湾	西北	34	2	7
	本清村	西北	31	1	3

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
50～100m	桐子坝	北	57	2	7
	鲁家坝	西北	51	3	11
	上石坝	北	66	1	4
	唐家沟	东南	51	4	14
	周家湾	南	59	2	7
	贺家老院子	北	74	1	4
	石家沟	南	51	3	11
	石家沟	北	51	4	14
	人跪上坎	南	51	1	4
	人跪上坎	北	62	1	4
	钱家沟	南	51	1	4
	钱家沟	北	51	1	4
	柿子湾	东南	51	2	7
	柿子湾	西北	51	1	4
	沙湾	西北	51	7	25
	沙湾	东南	61	8	28
	白果湾	东南	85	1	4
	沈家院子	南	51	1	4
	杨家湾	南	78	1	4
	杨家湾	北	54	7	25
	滥田湾	东南	57	1	4
	染房院子	南	51	2	7
	龙凶村	南	85	1	4
	杨家酢房	南	73	3	11
	杨家酢房	北	66	6	21
	白塔村	东南	51	4	14
	白塔村	北	51	5	18
	酢房院子	南	60	4	14
	酢房院子	北	76	4	14
	五家拱桥	北	51	5	18
	槐树湾	东南	51	5	18
	槐树湾	西北	51	4	14
	杜家老房子	东南	51	6	21
	杜家老房子	西北	51	2	7
	观音岩	西北	82	1	4
	硐楼房子	南	80	2	7
	硐楼房子	北	51	1	4
	刘家湾	东南	51	5	18
	刘家湾	西北	51	6	21
	本清村	东南	56	9	32
	本清村	西北	75	2	7
100～200m	金竹村	东南	101	13	46
	桐子坝	南	101	6	21
	桐子坝	北	101	10	35
	酢坊村	东南	106	7	25

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	酢坊村	西北	118	1	4
	鲁家坝	西北	150	2	7
	上石坝	北	120	1	4
	唐家沟	东南	109	5	18
	捻塘湾	西北	101	4	14
	周家湾	南	102	4	14
	贺家老院子	北	155	3	11
	石家沟	南	109	5	18
	石家沟	北	103	11	39
	人跪上坎	南	101	5	18
	人跪上坎	北	124	3	11
	钱家沟	南	123	2	7
	钱家沟	北	117	2	7
	沙湾	东南	101	5	18
	沙湾	西北	110	8	28
	白果湾	西北	101	4	14
	沈家院子	南	109	3	11
	沈家院子	北	101	9	32
	杨家湾	南	114	6	21
	杨家湾	北	101	7	25
	滥田湾	东南	101	1	4
	四方湾	北	101	6	21
	染房院子	南	101	4	14
	龙凶村	南	101	4	14
	杨家酢房	南	101	5	18
	杨家酢房	北	169	4	14
	白塔村	东南	104	6	21
	白塔村	北	106	6	21
	酢房院子	南	101	4	14
	酢房院子	北	101	10	35
	马王庙	东南	151	7	25
	五家拱桥	北	101	9	32
	槐树湾	东南	146	2	7
	槐树湾	西北	107	5	18
	厅房湾	东南	164	8	28
	厅房湾	西北	117	2	7
	杜家老房子	东南	101	6	21
	杜家老房子	西北	131	3	11
	观音岩	东南	151	2	7
	观音岩	西北	110	2	7
	硐楼房子	南	122	5	18
	硐楼房子	北	167	1	4
	刘家湾	东南	101	2	7
	刘家湾	西北	101	7	25
	本清村	东南	101	18	63

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	本清村	西北	140	2	7
	李家山	东南	146	6	21
	李家山	西	163	4	14
铜梁压气站-8#阀室					
0～30m	坪坎村	北	22	4	14
	肖家沟	东南	11	1	4
	高坡顶	南	17	1	3
	凉风垭	南	13	5	18
	桅杆坝	西南	17	7	25
	桅杆坝	东北	10	3	12
	沙坪字	西南	24	3	11
	土湾	西南	17	3	13
	刘家湾	南	14	8	28
	刘家湾	北	16	6	21
	杜家桥	西南	24	3	11
	黄家沟	西南	11	4	14
	镇国村	南	27	2	7
	镇国村	东北	16	4	14
	杜家河	南	12	3	11
	柏树村	北	18	2	7
	方家大院子	南	22	1	4
	溢口村	南	30	1	3
	二坪镇	东北	1	4	14
	二坪镇	西南	1	3	11
	扳扳桥	西北	24	1	4
	沙巷	南	19	4	14
	玉坪村	北	10	4	13
	二层房子	南	16	3	11
	二层房子	北	16	5	18
	周家榜	南	9	10	35
	周家榜	北	16	5	18
30～50m	坎坪村	北	40	1	4
	高坡顶	北	36	1	5
	凉风垭	北	33	1	3
	余家村	南	36	2	7
	杜家桥	东北	40	1	4
	社田湾	东北	44	1	5
	伍家湾	西北	34	1	4
	严家村	西南	32	1	5
	朱家黄角树	北	39	1	3
	姚家大湾	南	36	1	3
	姚家大湾	北	34	4	14
50～100m	韩家沟	东南	50	3	11
	坪坎村	北	75	2	7
	肖家沟	东南	51	3	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	高坡顶	南	51	4	14
	高坡顶	北	51	3	11
	凉风垭	南	61	2	7
	凉风垭	北	51	7	25
	桅杆坝	西南	51	14	49
	桅杆坝	东北	51	5	18
	沙坪子	北	51	3	11
	沙坪字	西南	51	5	18
	莩河沟	西南	55	2	7
	土湾	西南	54	3	11
	土湾	东北	51	4	14
	刘家湾	南	51	7	25
	刘家湾	北	51	2	7
	杜家桥	东北	77	1	4
	黄家沟	东北	51	5	18
	黄家沟	西南	66	3	11
	社田湾	西南	51	1	4
	社田湾	东北	51	3	11
	老观音	西南	55	1	4
	镇国村	南	62	1	4
	镇国村	东北	51	4	14
	杜家河	南	51	5	18
	杜家河	北	51	4	14
	干湾	西北	51	3	11
	鸡冠村	东南	66	1	4
	柏树村	南	58	4	14
	柏树村	北	51	7	25
	李家湾	东北	51	7	25
	方家大院子	南	51	4	14
	伍家湾	西北	51	4	14
	溢口村	南	60	3	11
	蒋家湾	北	61	5	18
	二坪镇	东北	51	7	25
	二坪镇	西南	51	2	7
	严家桥	南	73	6	21
	严家桥	北	52	9	32
	严家村	西南	53	5	18
	严家村	东北	83	1	4
	扳扳桥	西北	51	6	21
	沙巷	南	61	5	18
	石家沟	南	51	5	18
	玉坪村	北	51	6	21
	朱家黄角树	北	59	5	18
	二层房子	南	52	7	25
	二层房子	北	51	8	28

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	周家榜	南	51	8	28
	周家榜	北	51	2	7
	姚家大湾	南	58	6	21
	姚家大湾	北	101	12	42
100～200m	韩家沟	东南	178	2	7
	韩家沟	西北	166	4	14
	坎坪村	北	101	6	21
	坪坎村	北	101	2	7
	肖家沟	东南	166	1	4
	高坡顶	南	101	4	14
	高坡顶	北	101	2	7
	凉风垭	南	101	1	4
	凉风垭	北	112	7	25
	桅杆坝	西南	101	8	28
	桅杆坝	东北	101	9	32
	沙坪子	北	108	3	11
	沙坪字	西南	101	1	4
	余家村	南	106	6	21
	土湾	西南	104	18	63
	土湾	东北	121	5	18
	刘家湾	南	101	1	4
	刘家湾	北	101	9	32
	杜家桥	西南	114	2	7
	黄家沟	东北	101	4	14
	社田湾	东北	166	1	4
	老观音	西南	130	5	18
	镇国村	东北	107	7	25
	杜家河	南	101	6	21
	杜家河	北	101	4	14
	干湾	西北	101	16	56
	鸡冠村	东南	102	2	7
	柏树村	南	136	2	7
	柏树村	北	104	4	14
	方家大院子	南	101	12	42
	溢口村	南	119	9	32
	蒋家湾	北	101	12	42
	申家湾	北	156	7	25
	二坪镇	西南	103	12	42
	二坪镇	东北	101	17	60
	严家桥	南	101	4	14
	严家桥	北	101	7	25
	严家村	西南	102	6	21
	严家村	东北	143	2	7
	扳扳桥	西北	98	6	21
	沙巷	南	101	18	63

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	石家沟	南	101	29	102
	玉坪村	北	101	11	39
	朱家黄角树	北	101	22	77
	二层房子	南	101	12	42
	二层房子	北	101	4	14
	周家榜	南	101	8	28
	周家榜	北	123	6	21
	姚家大湾	南	101	6	21
	姚家大湾	北	101	5	18
8#阀室-9#阀室					
0～30m	宋坪村	西北	28	3	11
	宋坪村	南	21	4	14
	刘家湾	北	20	6	21
	袁家屋基	北	17	5	18
30～50m	石坝子	东南	32	3	11
50～100m	宋坪村	西北	51	6	21
	宋坪村	南	51	10	35
	刘家湾	北	51	12	42
	宜树铺	南	72	1	4
	石坝子	东南	51	8	28
	石坝子	西北	88	4	14
	袁家屋基	南	68	1	4
	袁家屋基	北	51	12	42
	冷家沟	东北	72	4	14
	唐家垭口	南	65	1	4
100～200m	游家寨门	东南	101	12	42
	宋坪村	西北	101	7	25
	宋坪村	南	101	11	39
	刘家湾	北	101	27	95
	宜树铺	南	105	7	25
	石鼓村	东南	101	7	25
	宜胜村	西北	171	2	7
	石坝子	东南	101	2	7
	石坝子	西北	101	1	4
	袁家屋基	南	101	25	88
	袁家屋基	北	101	11	39
	帽儿沟	西南	124	6	21
	冷家沟	东北	101	16	56
	唐家垭口	南	102	3	11
泸县首站-LX1#阀室					
0～30m	学堂湾	西	25	2	7
	学堂湾	东	7	1	5
	朱祠堂	西	19	2	7
	朱祠堂	东	17	2	7
	向粉坊	西	27	1	3

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	向粉坊	东	14	2	7
	柏林	西北	22	1	4
	塘坎村	西	15	3	11
	坳上	东南	19	1	4
30～50m	学堂湾	西	35	3	11
	学堂湾	东南	36	1	4
	龙田铺	北	33	1	5
	朱祠堂	西	36	3	11
	向粉坊	西	41	1	5
	向粉坊	东南	31	1	4
	戴沟	西北	46	1	5
	石堰塘	东南	30	4	14
	塘坎村	西	18	1	4
	塘坎村	东	17	1	4
	新房子	西	47	2	7
	新房子	东	34	3	11
	坳上	西	41	1	5
	新房子	西	43	1	4
50～100m	学堂湾	东南	51	4	14
	学堂湾	西	51	3	11
	龙田铺	南	58	1	5
	龙田铺	北	53	4	14
	太和场	东	51	2	7
	太和场	西北	60	1	5
	朱祠堂	西	51	4	14
	朱祠堂	东	51	2	7
	向粉坊	东南	57	6	21
	向粉坊	西	51	3	11
	戴沟	西北	60	2	7
	柏林	东南	53	5	18
	柏林	西北	59	3	11
	石堰塘	东南	52	8	28
	石堰塘	西北	52	11	39
	塘坎村	东	55	10	35
	塘坎村	西	53	9	32
	新房子	东	52	7	25
	新房子	西	70	5	18
	坳上	东南	51	1	4
	坳上	西	60	2	9
	新房子	东	64	2	8
	新房子	西	52	2	7
100～200m	学堂湾	东南	109	9	32
	学堂湾	西	103	3	11
	龙田铺	南	110	5	18
	龙田铺	北	107	5	18

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	太和场	东	103	9	32
	太和场	西北	117	3	11
	朱祠堂	西	122	8	28
	朱祠堂	东	104	6	21
	向粉坊	西	113	7	25
	向粉坊	东南	110	9	32
	戴沟	西 c 北	106	3	11
	柏林	西北	114	2	7
	石堰塘	西北	101	10	35
	石堰塘	东南	105	15	53
	塘坎村	东	102	8	28
	塘坎村	西	115	8	27
	新房子	西	101	8	28
	新房子	东	102	15	53
	坳上	东南	110	5	18
	坳上	西	102	2	7
	新房子	东	118	7	25
	新房子	西	102	3	11
	城场	南	105	13	46
LX1#阀室-LX2#阀室					
0～30m	刘家祠堂	西北	15	1	5
	周家老院子	东	19	1	4
	五道朝门	东北	10	2	7
	干堰塘	西北	18	3	11
	少华村	西	24	1	5
	少华村	东	10	1	4
	双河村	西	17	1	5
	加清路	西北	14	1	3
	黄泥凼	东南	26	1	4
	袁坝村	东南	26	1	3
	牛塘	西北	17	3	11
	黄桷村	东南	13	2	7
	瓦啄山	西	10	3	11
	瓦啄山	东	9	2	9
	上半冲	西北	21	2	7
30～50m	刘家祠堂	西北	31	1	5
	刘家祠堂	东南	31	1	4
	狮子山	西	40	3	11
	周家老院子	东	44	1	3
	周家老院子	西	42	2	7
	三元场	西北	38	2	9
	五道朝门	东北	31	2	8
	五道朝门	西南	38	1	4
	干堰塘	西北	31	3	11
	园山顶	东	31	1	5

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	园山顶	西	37	1	4
	隆昌市石燕桥职业中学	西南	145		300
	黄牛垭村	南	31	2	7
	黄牛垭村	东北	32	2	7
	少华村	东	35	3	11
	少华村	西	40	3	11
	双河村	西	31	4	14
	双河村	东	40	1	4
	聂祠堂	西北	33	1	5
	牛塘	西北	31	2	8
	黄桷村	西北	45	1	4
	黄桷村	东南	31	1	4
	聂沟村	西	34	2	9
	瓦啄山	西	32	1	4
	瓦啄山	东南	33	2	7
	北洋湾	西北	33	3	11
	上半冲	东南	31	1	4
	上半冲	西北	40	1	4
50～100m	刘家祠堂	西北	51	1	5
	刘家祠堂	东南	51	1	4
	狮子山	西	55	3	13
	狮子山	东	85	2	7
	周家老院子	东	73	2	7
	周家老院子	西	52	6	22
	三元场	西北	51	3	11
	五道朝门	西南	51	5	18
	五道朝门	东北	52	4	14
	干堰塘	西北	52	2	9
	黄牛垭村	南	51	8	28
	黄牛垭村	东北	51	3	11
	高屋基	东	51	1	5
	高屋基	西	66	9	32
	少华村	东	51	9	32
	少华村	西	51	2	7
	双河村	东	51	4	14
	双河村	西	51	2	9
	聂祠堂	西北	51	5	18
	聂祠堂	东南	85	1	4
	袁坝村	东南	51	3	11
	黄泥凼	北	99	1	4
	加清路	西北	55	3	11
	牛塘	西北	52	8	28
	黄桷村	东南	51	7	25
	黄桷村	西北	67	1	4
	聂沟村	西	51	8	28

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	瓦啄山	西	55	7	25
	瓦啄山	东南	60	6	21
	北洋湾	东南	51	2	9
	上半冲	东南	51	9	32
	上半冲	西北	55	3	11
	沙土村	东南	70	1	4
	沙土村	西北	52	2	7
100～200m	刘家祠堂	东南	106	6	21
	刘家祠堂	西北	112	7	25
	狮子山	东	104	14	49
	狮子山	西	123	5	18
	周家老院子	东	112	11	39
	周家老院子	西	117	19	67
	五道朝门	西南	109	15	53
	五道朝门	东北	110	9	32
	干堰塘	西北	120	5	18
	园山顶	西	109	16	56
	黄牛垭村	南	102	4	14
	黄牛垭村	东北	105	7	25
	高屋基	东	105	7	25
	高屋基	西	104	6	21
	少华村	西	102	16	56
	少华村	东	107	29	102
	双河村	西	112	8	28
	双河村	东	130	5	18
	聂祠堂	东南	110	1	4
	聂祠堂	西北	104	5	18
	袁坝村	东南	104	1	4
	黄泥凼	东南	121	6	21
	黄泥凼	北	105	4	14
	加清路	东南	103	1	4
	加清路	西北	115	16	56
	牛塘	西北	107	7	25
	牛塘	东	146	6	21
	黄桷村	东南	126	23	81
	黄桷村	西北	111	11	39
	杜家湾子	东	106	6	21
	聂沟村	西	107	10	35
	瓦啄山	西	116	4	14
	瓦啄山	东南	163	2	7
	北洋湾	东南	154	8	28
	北洋湾	西北	135	1	4
	上半冲	东南	103	6	21
	上半冲	西北	105	3	11
	沙土村	东南	119	5	18

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	沙土村	西北	130	2	7
LX2#阀室-LX3#阀室					
0～30m	马王庙	南	12	1	5
	新池塘	西	14	3	11
	新池塘	东	9	1	4
	铜瓦村	东	13	1	5
	铜瓦村	西	18	1	4
	石榴湾	南	15	2	8
	隆盘路	西南	18	1	9
	隆盘路	东北	23	1	5
	茶子山村	西南	23	2	7
	茶子山村	东北	14	1	4
	茶子山村	西	15	1	5
	拦朝门	西南	15	1	5
	五坡公路	西南	22	1	4
	骑龙屋基	西北	9	2	7
	石渔路	西	16	2	9
	郭家大冲	西	25	1	4
	王家湾	东	18	3	11
	鱼秀河村	西南	13	2	9
	石燕桥翟家幼儿园	东	57		50
	邓家湾	西南	20	2	7
30～50m	界天路	南	31	2	8
	界天路	北	31	4	14
	钟家湾	西南	33	2	7
	钟家湾	东北	32	1	5
	余家冲	东	31	2	7
	宋家冲	东	31	3	11
	宋家冲	西北	40	1	4
	马王庙	东北	31	2	7
	王家寺村	西南	31	2	9
	王家寺村	东北	31	2	7
	新池塘	西	31	2	8
	新池塘	东	31	6	21
	铜瓦村	东	31	1	4
	铜瓦村	西	31	1	5
	石榴湾	南	33	2	7
	铁匠屋基	东北	35	2	7
	隆盘路	西南	43	3	13
	茶子山村	西南	31	4	14
	茶子山村	东北	31	1	5
	茶子山村	东	31	2	7
	凤凰庙村	东北	31	1	4
	凤凰庙村	西南	37	1	5
	拦朝门	西南	40	2	7

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	拦朝门	东北	31	2	9
	五坡公路	西南	31	1	4
	石渔路	西	32	2	7
	王家湾	西	31	1	4
	王家湾	东	31	3	12
	鱼秀河村	西南	31	3	11
	鱼秀河村	东	32	1	5
	邓家湾	东北	31	1	4
	邓家湾	西南	31	4	14
50～100m	钟家湾	西南	52	10	35
	钟家湾	东北	52	2	7
	余家冲	东	54	4	14
	余家冲	西	75	4	14
	宋家冲	东	56	2	7
	宋家冲	西北	59	1	4
	马王庙	南	76	1	4
	马王庙	东北	63	3	11
	王家寺村	东北	54	4	14
	王家寺村	西南	53	6	21
	新池塘	西	51	8	28
	新池塘	东	51	7	25
	铜瓦村	西	52	8	28
	铜瓦村	东	55	5	18
	石榴湾	南	57	2	7
	石榴湾	东北	59	1	4
	铁匠屋基	西南	73	2	7
	铁匠屋基	东北	55	9	32
	王布政村	西	76	2	7
	王布政村	东	75	1	4
	魏家老房子	西南	52	6	21
	马道子	东北	69	2	7
	王布政	西	53	2	7
	茶子山村	西南	52	4	14
	茶子山村	东北	51	7	25
	茶子山村	东	51	4	14
	茶子山村	西	52	2	7
	隆盘路	西南	53	7	25
	隆盘路	东北	55	2	7
	凤凰庙村	东北	55	10	35
	拦朝门	西南	51	7	25
	拦朝门	东北	51	2	7
	五坡公路	西南	66	4	14
	五坡公路	东	65	2	7
	郭家大冲	西北	67	1	4
	骑龙屋基	西北	51	6	21

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	石渔路	东	60	6	21
	石渔路	西	58	6	21
	王家湾	西	51	5	18
	王家湾	东	52	8	28
	鱼秀河村	西南	52	3	11
	鱼秀河村	东	51	5	18
	邓家湾	西南	52	5	18
	邓家湾	东北	55	3	11
	界天路	南	60	7	25
	界天路	北	51	1	4
100～200m	界天路	南	121	5	18
	界天路	北	158	1	4
	钟家湾	西南	128	4	14
	钟家湾	东北	118	7	25
	余家冲	西	131	10	35
	余家冲	东	145	2	7
	宋家冲	东	128	5	18
	宋家冲	西北	122	3	11
	倒桥子	东北	131	1	4
	马王庙	南	114	1	4
	王家寺村	西南	127	15	53
	王家寺村	东北	108	3	11
	王家寺村	西	180	1	4
	新池塘	西	103	30	105
	新池塘	东	107	17	60
	铜瓦村	东	110	13	46
	铜瓦村	西	105	11	39
	石榴湾	南	117	8	28
	铁匠屋基	西南	119	16	56
	铁匠屋基	东北	108	5	18
	王布政村	西	107	6	21
	王布政村	东	101	1	4
	魏家老房子	西南	101	15	53
	魏家老房子	东	109	3	11
	马道子	东北	103	14	49
	王布政	西	151	9	32
	魏家大冲	东	176	3	11
	茶子山村	西南	103	7	25
	茶子山村	东北	101	2	7
	茶子山村	东	107	12	42
	茶子山村	西	104	8	28
	隆盘路	西南	107	11	39
	隆盘路	东北	114	7	25
	凤凰庙村	西南	111	3	11
	凤凰庙村	东北	101	25	88

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	拦朝门	西南	113	11	39
	拦朝门	东北	131	5	18
	五坡公路	东	134	8	28
	五坡公路	西南	104	5	18
	郭家大冲	东	118	2	7
	郭家大冲	西北	116	3	11
	骑龙屋基	西北	116	1	4
	骑龙屋基	东	123	1	4
	石渔路	东	105	6	21
	石渔路	西	112	4	14
	王家湾	东	122	21	74
	王家湾	西	103	7	25
	鱼秀河村	西南	107	5	18
	鱼秀河村	东	115	8	28
	邓家湾	东北	122	8	28
	邓家湾	西南	151	4	14
	鱼秀河村	东	114	2	7
LX3#阀室-内江注入站					
0～30m	界天路	南	8	1	5
	界天路	北	16	1	4
	破马村 3#	西	13	1	5
	破马村 3#	东	10	3	11
	永康村 1#	东	10	2	8
	永康村 1#	西	10	1	5
	永康村 2#	西南	17	2	7
	永康村 2#	东	16	2	7
	永康村 3#	西南	11	3	11
	十里村 3#	西	26	1	4
	十里村 5#	西	8	3	11
	十里村 5#	东	14	1	4
	清凉村 2#	西	16	1	5
	清凉村 2#	东	14	1	4
	清凉村 1#	东	13	1	3
	夏家冲村 2#	西	6	1	4
	夏家冲村 2#	东	13	1	3
	清凉村 3#	西	11	2	7
	清凉村 3#	东	11	2	7
	清凉村 4#	西	9	1	5
	利子村 1#	西	15	1	3
	利子村 1#	东	9	1	4
	寨花村	东南	24	1	3
	马鞍村 2#	西	21	2	7
	马鞍村 1#	西	15	1	4
	马鞍村 3#	西	24	3	11
	马鞍村 3#	东	19	2	7

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	冷家村 1#	东	21	1	4
	冷家村 3#	西南	22	1	5
	冷家村 3#	东	22	1	4
	冷家村 4#	西南	23	2	7
	蒋家村 1#	西南	18	1	4
	蒋家村 2#	东	16	1	5
	蒋家村 2#	西	16	1	4
	蒋家村 4#	东	12	5	18
	蒋家村 6#	北	14	1	4
30～50m	破马村 2#	西	31	1	4
	华山村	西南	33	1	5
	破马村 3#	东	31	3	11
	破马村 3#	西	32	1	4
	永康村 1#	东	31	4	14
	永康村 1#	西	31	5	18
	永康村 2#	东	31	3	11
	永康村 2#	西南	33	2	7
	永康村 4#	东	45	1	4
	永康村 3#	东北	32	5	18
	十里村 1#	东南	31	3	11
	十里村 1#	西	40	1	4
	十里村 3#	西	31	2	9
	十里村 3#	东	45	1	4
	十里村 2#	东	40	2	7
	十里村 5#	西	31	1	5
	十里村 5#	东	35	1	4
	夏家冲村 1#	西	38	2	7
	清凉村 1#	西南	35	3	11
	清凉村 1#	东	35	1	4
	夏家冲村 2#	西	31	1	5
	清凉村 3#	东	35	2	7
	清凉村 3#	西	31	2	7
	清凉村 4#	西	38	1	4
	利子村 1#	西	31	1	4
	利子村 1#	东	31	1	4
	寨花村	西北	31	3	13
	寨花村	东南	33	5	18
	马鞍村 2#	西	31	3	11
	马鞍村 3#	西	31	3	13
	冷家村 1#	东	36	1	4
	冷家村 1#	西	38	3	11
	马鞍村 4#	东	33	3	13
	马鞍村 4#	西	32	3	11
	冷家村 3#	西南	31	2	7
	冷家村 2#	东	31	1	4

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	冷家村 4#	西南	35	1	5
	蒋家村 1#	西南	38	1	4
	蒋家村 1#	东北	32	2	7
	蒋家村 2#	东	32	1	4
	蒋家村 3#	东	31	1	5
	蒋家村 4#	东	35	3	11
	蒋家村 4#	西	31	4	14
	蒋家村 6#	北	36	2	7
50～100m	破马村 1#	东	54	3	11
	破马村 1#	西	67	3	13
	破马村 1#	南	77	1	4
	破马村 2#	西	52	1	5
	华山村	西南	67	2	9
	破马村 3#	东	54	3	11
	破马村 3#	西	56	2	8
	永康村 1#	东	52	5	18
	永康村 1#	西	52	1	4
	永康村 2#	西南	52	3	11
	永康村 2#	东	53	1	4
	永康村 3#	东北	54	12	42
	永康村 3#	西南	54	1	4
	永康村 4#	东	57	2	7
	永康村 5#	西	51	2	9
	十里村 1#	东南	63	5	18
	幸福村	西北	54	3	11
	十里村 2#	西北	52	5	18
	十里村 2#	东	51	1	4
	十里村 3#	西	53	3	13
	十里村 3#	东	62	4	14
	十里村 5#	西	51	2	7
	清凉村 1#	西南	60	2	7
	清凉村 1#	东	62	5	18
	清凉村 2#	西	86	1	5
	夏家冲村 1#	西	53	4	14
	夏家冲村 2#	东	93	2	7
	清凉村 3#	西	55	3	11
	清凉村 3#	东	57	1	4
	清凉村 4#	东	51	1	4
	清凉村 4#	西	55	5	18
	利子村 1#	东	90	1	6
	利子村 2#	东南	79	2	7
	利子村 2#	西北	52	2	7
	寨花村	东南	51	6	21
	寨花村	西北	57	1	4
	白家村	东	51	3	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	马鞍村 1#	东	89	1	4
	马鞍村 2#	西	70	1	4
	马鞍村 2#	东	92	1	4
	马鞍村 3#	西	76	6	21
	冷家村 1#	东	56	3	11
	冷家村 1#	西	52	4	14
	马鞍村 4#	西	53	4	14
	马鞍村 4#	东	59	2	7
	冷家村 2#	西北	58	6	21
	冷家村 2#	东南	57	10	35
	冷家村 2#	东	76	1	4
	冷家村 3#	西南	57	2	7
	冷家村 3#	东	51	1	4
	冷家村 4#	西南	51	1	4
	冷家村 4#	东	53	4	14
	蒋家村 1#	东北	51	5	18
	蒋家村 1#	西南	60	2	7
	蒋家村 3#	东	62	2	7
	蒋家村 4#	东	62	6	21
	蒋家村 4#	西	53	8	28
	蒋家村 5#	西南	80	5	18
	蒋家村 6#	北	52	3	11
	蒋家村 7#	东北	68	2	7
100～200m	破马村 1#	东	106	9	32
	破马村 1#	南	171	1	4
	破马村 2#	东	115	5	18
	破马村 2#	西	103	1	4
	华山村	西南	117	10	35
	破马村 3#	东	104	10	35
	破马村 3#	西	172	1	5
	永康村 1#	东	168	2	9
	永康村 2#	西南	120	1	4
	永康村 3#	东北	101	7	25
	永康村 4#	东	113	4	14
	永康村 4#	西	109	4	14
	永康村 5#	西	102	12	42
	十里村 1#	东南	107	13	46
	十里村 1#	西北	162	2	7
	幸福村	西北	101	3	11
	十里村 2#	东	121	1	5
	十里村 2#	西北	112	1	4
	十里村 3#	东	103	5	18
	十里村 3#	西	141	1	4
	十里村 4#	东	120	3	13
	十里村 5#	东	112	3	11

范围	名称	方位	距离	户数	人口数
	十里村 5#	西	111	6	21
	聚源村	西	153	5	18
	清凉村 1#	西南	109	5	18
	清凉村 1#	东	103	2	7
	清凉村 2#	西	108	8	28
	夏家冲村 1#	东	115	5	18
	夏家冲村 2#	西	112	7	25
	夏家冲村 2#	东	101	4	14
	清凉村 3#	西	113	3	13
	清凉村 3#	东	119	3	11
	清凉村 4#	西	102	28	98
	清凉村 4#	东	117	3	11
	利子村 1#	西	105	3	11
	利子村 1#	东	105	4	14
	利子村 2#	西北	103	3	11
	利子村 2#	东南	109	2	7
	寨花村	东南	115	3	11
	寨花村	西北	158	2	7
	白家村	东	120	2	9
	马鞍村 2#	东	134	1	4
	马鞍村 2#	西	118	1	5
	马鞍村 3#	西	134	13	46
	冷家村 1#	东	106	5	18
	冷家村 1#	西	103	5	18
	马鞍村 4#	西	114	1	4
	冷家村 2#	西北	101	1	4
	冷家村 2#	东南	104	2	7
	冷家村 2#	东	148	1	4
	冷家村 3#	西南	124	3	11
	冷家村 3#	东	159	1	4
	冷家村 4#	西南	119	5	18
	冷家村 4#	东	123	8	28
	蒋家村 1#	东北	108	3	11
	蒋家村 1#	西南	104	14	49
	蒋家村 2#	西	105	5	18
	蒋家村 3#	东	115	9	32
	蒋家村 3#	西	110	6	21
	蒋家村 4#	西	156	2	7
	蒋家村 5#	西南	102	5	18
	蒋家村 5#	东北	120	9	32
	蒋家村 6#	西南	148	4	14
	蒋家村 6#	北	103	4	14
	蒋家村 7#	西	120	1	4
	蒋家村 7#	东北	124	4	14

表 1.9-8 威远首站 5km 村庄人口

序号	名称	距离（米）	方位	户数	人数
1	梁家桥	1684	西北	81	325
2	槐花桥	2309	西北	165	661
3	周家湾	3389	西北	83	333
4	永政村	4283	西北	38	153
5	永结村	4032	西北	200	801
6	红头湾	2732	北	63	253
7	朝家湾	2294	东北	84	337
8	乌龟桥	1348	北	164	657
9	长益滩	3775	北	326	1305
10	朱家湾	4455	北	1150	4601
11	学府苑	4583	北	1040	4161
12	腾家坝	4463	北	1152	4609
13	张家坝	3356	东北	73	293
14	田家坝	3043	东北	22	89
15	王家坝	3811	东北	42	169
16	徐家坝	4028	东北	105	421
17	凉水井	4580	东北	44	177
18	石岩	4584	东北	25	101
19	鸭子村	4520	东北	42	169
20	韩家桥	4450	东北	95	381
21	鱼田坝	2006	东北	84	337
22	廖家坝	3390	东	31	125
23	王边堰	3693	东北	64	257
24	朝阳村	2910	东北	182	729
25	大河坝	3703	东北	160	641
26	上河坝	3300	东北	43	173
27	大冲	2478	东北	45	181
28	五龙寺	1689	东北	74	297
29	永强村	1365	东北	51	205
30	甘家冲	1940	东北	61	245
31	永农村	2724	东北	66	265
32	刘家祠堂	4067	西北	147	589
33	打石场	3191	西北	74	297

序号	名称	距离（米）	方位	户数	人数
34	丁香冲	2464	西北	32	129
35	学堂冲	1672	西北	32	129
36	蒲草堂	1001	西北	77	309
37	柏林坳	1005	西	48	193
38	永红村	2411	西北	110	441
39	王家寺	3635	西	73	293
40	茄子塘	1196	西南	34	137
41	芭蕉湾	2021	西南	8	33
42	干水井	2471	西	86	345
43	张家冲	1360	西	62	249
44	余家湾	1746	西北	69	277
45	长冲	3061	西	62	249
46	爬壁店	3804	西	114	457
47	黄天坳	3789	西北	57	229
48	大柏树	3718	西南	13	53
49	黄金冲	3170	西南	23	93
50	骑龙村	3425	西南	26	105
51	减匠冲	3860	西南	30	121
52	梁家湾	4320	西南	54	217
53	符家冲	4558	西南	31	125
54	回龙桥	3288	西南	69	277
55	芦仁堂	3310	西南	12	49
56	王家庵	2395	西南	114	457
57	长塘	2097	西南	56	225
58	陈家湾	2996	西南	59	237
59	十字村	3652	西南	71	285
60	袁老湾	3492	西南	4	17
61	廖家湾	4261	西南	35	141
62	凉水井	3695	西南	93	373
63	楼房冲	3991	西南	58	233
64	柏树冲	1844	西南	131	525
65	芦蒿冲	1972	西南	23	93
66	柏树坳	2894	西南	145	581
67	文昌宫	3886	西南	53	213
68	凤翔村	3484	西南	37	149
69	白鹤冲	4275	西南	67	269
70	郭家冲	4294	西南	44	177
71	凤翔台	3813	西南	16	65
72	李家湾	4159	南	64	257
73	坛子冲	3736	南	49	197

序号	名称	距离（米）	方位	户数	人数
74	张家洞	4536	南	18	73
75	小里冲	4170	南	32	129
76	大坝口	3600	南	65	261
77	黄泥塘	4776	东南	61	245
78	黄家大湾	4081	东南	50	201
79	郭家祠堂	3207	南	41	165
80	土地冲	2782	南	91	365
81	文峰村	3916	东南	193	773
82	龙井冲	3906	东南	27	109
83	文丰村	3253	东南	96	385
84	石墙院	3289	东南	60	241
85	麦家湾	3090	东南	32	129
86	鱼剑滩	4104	东南	110	441
87	张建村	3481	东南	81	325
88	芭蕉湾	4180	东南	46	185
89	浸缸寺	3765	东南	86	345
90	水井冲	3116	东南	48	193
91	天宫塘	3989	东南	48	193
92	毛里冲	3833	东南	43	173
93	李家祠堂	2451	东南	80	321
94	下官帽堂	2135	东南	57	229
95	王家湾	3048	东南	97	389
96	八角庙	3826	东南	115	461
97	狮毛冲	2012	东南	70	281
98	白杨湾	2532	东南	59	237
99	望乡台	2560	东	25	101
100	长山村	3119	东南	37	149
101	核桃湾	3161	东	31	125
102	铲子塘	3794	东	188	753
103	新屋阻	3086	东	34	137
104	七香土	2124	东	76	305
105	杨家淼	1272	东南	62	249
106	大屋冲	1220	东	99	397
107	帽塘村	1700	东南	34	137
108	石桥井	1446	东南	116	465
109	新店镇	2153	东南	1562	6249
110	大冲	2364	南	66	265
111	皂角狙	2510	南	37	149
112	官帽塘	1319	东南	45	181
113	烂祠堂	920	东	72	289

序号	名称	距离（米）	方位	户数	人数
114	朱家河沟	528	东北	36	145
115	老堰口	762	北	169	677
116	熊华堂	220	北	124	497
117	癫子坡	560	东南	79	317
118	大粪水	188	东	66	265
119	郭家冲	62	西	126	505
120	了义寺	418	西南	51	205
121	三圣桥	1150	西南	76	305
122	长塘村	1275	西南	114	457
123	学堂湾	2107	西南	39	157
124	白杨林	1768	西南	26	105
125	交里湾	1914	南	66	265
126	官斗丘	1324	南	77	309
127	铁门坎	683	西南	46	185
128	民富村	939	东南	83	333
129	银匠冲	257	南	69	277
130	白塔中学	4867	东北		1400

表 1.9-9　泸县首站 5km 村庄人口

序号	村庄	距离	位置	户数	人数
1	坳上 1	550	北	6	19
2	骑龙坳 1	968	西北	15	46
3	新房子	1811	北	30	91
4	新屋基	1899	西北	12	37
5	宋坪村	1706	西北	10	31
6	沙坪村	1714	西北	13	40
7	螺狮山村	1296	西北	20	61
8	陈湾	1558	西北	24	73
9	中大粟	2189	西	9	28
10	钟山	1982	西	11	34
11	拗口上	1886	西	18	55
12	碾子坝	1843	西	5	16
13	沙坪村	1648	西	14	43
14	小村 1	1531	西	15	46
15	小村 2	1975	西	16	49
16	小村 3	1563	西南	10	31
17	湾头	2271	西南	8	25
18	坳口上 1	1895	西南	10	31
19	坳口上 2	1562	西南	12	37
20	金盆村 1	2174	西南	6	19
21	金盆村 2	1904	西南	13	40
22	山虎村	1614	西南	20	61
23	曹湾村 2	1294	南	8	25
24	罐上 1	1986	南	36	109
25	罐上 2	1576	南	12	37
26	下湾 1	2039	南	35	106
27	下湾 2	1779	南	19	58
28	罗坪村	1325	南	9	28
29	石踏滩 1	1541	南	10	31
30	石踏滩 2	1775	南	35	106
31	荷包丘	2158	南	12	37
32	草堂丘	2116	东南	17	52
33	老湾子 1	1759	东南	11	34
34	老湾子 2	1961	东南	20	61
35	五马村 2	1082	东	21	64
36	泸县康复医院	1623	东		200
37	五马坪村	1374	东	18	55
38	代桥村	2059	东北	8	25
39	新房子 2	1889	东北	22	67

序号	村庄	距离	位置	户数	人数
40	新房子 3	2322	北	16	49
41	五马村 1	1057	东	13	40
42	曹湾村 1	874	西南	15	46
43	罗坪村 2	928	东南	14	43
44	坳上 3	604	北	20	61
45	骑龙坳 2	678	西	17	52
46	骑龙坳 3	693	西	19	58
47	学堂冲 1	598	西南	20	61
48	学堂冲 2	375	西南	4	13
49	学堂冲 3	978	西	9	28
50	五马村 2	94	北	11	34
51	坳上 4	650	北	8	25
52	坳上 5	935	北	12	37
53	坳上 6	1226	北	7	22
54	坳上	642	北	9	28
55	柏林 2	3034	北	18	55
56	学堂湾 2	2660	北	12	37
57	学堂湾 3	2616	北	16	49
58	学堂湾 1	2912	北	15	46
59	沙土村 1	3021	北	25	76
60	柏林 1	3454	北	8	25
61	陈山 1	3915	北	17	52
62	戴沟 1	4383	北	15	46
63	戴沟 2	4617	北	8	25
64	戴沟 3	4025	北	7	22
65	戴沟 4	3717	北	10	31
66	戴沟 5	3952	北	25	76
67	朱坎村 1	3382	北	20	61
68	朱坎村 2	2493	北	19	58
69	朱坎村 3	2483	北	22	67
70	朱坎村 4	2756	北	15	46
71	桂花湾	4166	北	10	31
72	通塘	3890	北	11	34
73	河田	3724	北	12	37
74	梁才学校	3960	东北		300
75	小区 1	3660	东北	300	901
76	小区 2	3984	东北	300	901
77	龙潮村	2677	东	17	52
78	张坳	4178	东	20	61
79	新田铺	3713	东	30	91

序号	村庄	距离	位置	户数	人数
80	金宝村	2948	东	31	94
81	草匠堂	2935	东	16	49
82	土地村	4590	东	36	109
83	枇杷冲	2850	东南	32	97
84	杨古塘	3050	东南	18	55
85	大同子村	4832	东南	8	25
86	田坝村	3474	东南	17	52
87	田坝村 2	3429	东南	8	25
88	山峡村	4016	东南	17	52
89	妖石口	4736	东南	16	49
90	罗边	4513	南	12	37
91	沈氏山庄	4577	南	15	46
92	白云村	2676	南	40	121
93	下海	2495	南	16	49
94	三甲村	3147	南	24	73
95	鱼坝村	3705	南	35	106
96	门口湾	2915	南	27	82
97	下边村	3605	南	34	103
98	董坪村	4151	南	39	118
99	罐上	2562	南	30	91
100	一心村	3322	南	24	73
101	史坪	3788	南	40	121
102	花生山	3835	南	32	97
103	酒房头	2929	南	10	31
104	恒边村	3132	南	20	61
105	官坪村	4582	南	30	91
106	山顶上	4717	南	23	70
107	山虎村 2	2825	南	41	124
108	大龙坳	2787	南	22	67
109	老精坊	2660	西南	19	58
110	背湾	3375	西南	26	79
111	黄豆湾	3585	西南	17	52
112	石子山	4113	西南	15	46
113	狮子村	3972	西南	16	49
114	恒山村	4046	南	18	55
115	场口村	4049	南	28	85
116	黄边	4601	南	20	61
117	天兴镇	3965	南	150	451
118	天兴中学	4514	南		1000
119	金盆屋基	2962	西南	20	61

序号	村庄	距离	位置	户数	人数
120	回龙坳	3525	西南	26	79
121	檬子山	4225	西南	20	61
122	伏龙山	2879	西南	30	91
123	燕底下	4191	西南	14	43
124	板栗村	4798	西南	10	31
125	大松林	4202	西南	16	49
126	吉城村	2566	西南	20	61
127	天堂冲	3467	西南	17	52
128	龙田坝	3793	西	15	46
129	高庙山村	3855	西	36	109
130	塘上	3951	西	13	40
131	堰水塘	4526	西	16	49
132	李子林	4226	西	13	40
133	院子头	2661	西	16	49
134	堰子头	3515	西	18	55
135	牛磨塘	4205	西	20	61
136	马道子	4307	西	30	91
137	石堡山	3257	西	26	79
138	竹林塆	2699	西	24	73
139	雷公村	3227	西	16	49
140	王嘴	3829	西	15	46
141	石屋村	4336	西	23	70
142	万宝村	4735	西	18	55
143	桥头边	2660	西	50	151
144	瓦窑冲 1	4737	西北	30	91
145	瓦窑冲 2	4077	西北	30	91
146	狮子园	4147	西北	38	115
147	雷公小学	3287	西	3378	540

表 1.9-10　内江注入站 5km 村庄人口

序号	村庄	距离（m）	位置	户数	人数
1	经藏村	4311	西北	29	117
2	棕树湾	4307	西北	15	61
3	呼沟湾	4005	西北	11	45
4	自窑村	4591	西北	14	57
5	大冲	4603	西北	13	53
6	芭莩坝	4228	西北	18	73
7	张家冲	3666	西北	12	49
8	干坝村	3360	西北	44	177
9	宸古庙	4369	西北	28	113
10	马上湾	3142	西北	38	153
11	吴家湾	4158	西	47	189
12	青缸湾	3169	西	23	93
13	圣灯寺	3995	西南	85	341
14	周家坝	3031	西南	72	289
15	双坝村	2531	西南	26	105
16	白果村	4220	西南	30	121
17	胡豆湾	3777	西南	64	257
18	桂花湾	2848	西南	29	117
19	余家湾村	3185	西南	26	105
20	花祠村	3892	西南	61	245
21	河堰口	3313	西南	16	65
22	大冲	4535	西南	31	125
23	烧坊湾	3681	西南	15	61
24	涂大山村	3872	西南	38	153
25	八角丘	3782	西南	37	149
26	玉皇庙	4224	南	27	109
27	十里村	4160	南	12	49
28	周家湾	3744	南	20	81
29	皂角嘴	4555	东南	31	125
30	毛儿湾	3830	东南	38	153
31	花妆山	4539	东南	15	61
32	落钟寺	4297	东南	14	57
33	双龙村	4101	东南	9	37
34	金坝村	3928	东南	36	145
35	金星桥	3421	东南	9	37
36	羊子冲	3297	东南	16	65
37	罗家冲	3609	东	54	217
38	黄楠坳	3835	东	27	109
39	石板田村	4375	东	39	157

序号	村庄	距离（m）	位置	户数	人数
40	姚家湾	4106	东北	45	181
41	交通村	4453	东北	40	161
42	西然村	2956	东北	58	233
43	梨儿湾	3841	东北	56	225
44	吴家坝	4750	东北	22	89
45	观音桥	4572	东北	14	57
46	道生村	3907	东北	40	161
47	杨林村	4562	东北	20	81
48	石根嘴	4514	东北	17	69
49	大山	4203	东北	13	53
50	板桥村	4493	东北	22	89
51	板桥村 2	4293	北	34	137
52	大家庙村	4461	北	16	65
53	大殿柏	4090	北	33	133
54	铁匠沟	3025	西北	15	61
55	谢家冲	2282	西北	17	69
56	龙凼冲	1379	西	52	209
57	穿心庙	2004	西南	34	137
58	打石坳	2478	西南	19	77
59	辛福村	3022	南	12	49
60	半山村	2393	西南	55	221
61	谭家湾	2597	东南	60	241
62	猫猫桥	2618	东南	52	209
63	石庙子	2718	东南	11	45
64	吴家院子	1559	南	35	141
65	大湾	1545	东南	16	65
66	永康村	2132	东南	14	57
67	蔡家桥	1404	东南	42	169
68	宁家冲	1292	东南	33	133
69	周家湾	1564	东	37	149
70	糖坊冲村	2141	东北	17	69
71	大屋基	1818	东北	36	145
72	奉家大院子	2183	东北	24	97
73	白合镇	2295	东北	354	1417
74	蒋家坝	2560	东北	67	269
75	马向冲	3124	东北	27	109
76	周解冲	3903	东北	17	69
77	自亮冲	3698	东北	20	81
78	陶家碾坊	2903	东北	9	37
79	龙冲村	1109	西南	24	97

序号	村庄	距离（m）	位置	户数	人数
80	余家湾	676	南	26	105
81	蒯家桥	889	东南	31	125
82	茶冲湾	138	东南	18	73
83	破马村	100	西南	31	125
84	牛心山	253	北	19	77
85	学堂嘴	1555	东北	17	69
86	瓦房子	539	北	47	189
87	曙光村	1375	西北	12	49
88	四面山	2444	西北	20	81
89	福台村	2208	北	56	225
90	刘家冲	1418	北	15	61
91	肖家冲	820	东北	16	65
92	蒋家冲	1060	东北	12	49
93	板板桥	1511	东北	27	109
94	吴家冲	1482	东北	33	133
95	土拱桥	2209	东北	10	41
96	罗家官山	1917	东北	28	113
97	双柏树	3447	北	25	101
98	大岩湾	3381	北	22	89

表 1.9-11　铜梁压气站周边 5km 村庄人口

序号	名称	距离(m)	方向	户数	人数
1	李家山	372	西	7	22
2	韩家沟	212	北	11	34
3	龙桥沟	895	北	22	67
4	金堂沟	777	西北	9	28
5	碾盘山	1337	西北	40	121
6	李家沟	1744	西北	22	67
7	周家沟	1797	西北	19	58
8	铁楼村	2512	西北	26	79
9	铁鹅村	2593	西北	20	61
10	范家沟	2613	西北	46	139
11	还山坡	4179	西北	3	10
12	土地垭口	3637	西北	47	142
13	鹞顶村	3390	西北	23	70
14	龙家坳	3176	西北	23	70
15	白家石坝子	4207	西北	58	175
16	仙人桥	2011	西北	47	142
17	漆家沟	1570	北	29	88
18	新庙子	1561	北	63	190
19	石梁村	3780	西北	38	115
20	埝塘湾	4096	西北	40	121
21	周家老房子	4430	西北	17	52
22	白家砖房子	3926	西北	10	31
23	学堂坪	3199	西北	28	85
24	砖房	2755	西北	22	67
25	石朝门	2211	西北	35	106
26	箢箕湾	1438	西	27	82
27	松竹庵	2149	西	14	43
28	大屋基	2604	西	42	127
29	大花堡	3223	西北	33	100
30	丁家院子	3442	西	24	73
31	杉树湾	4588	西北	28	85
32	土地坡	4251	西北	35	106
33	寨子坡	4409	西	20	61
34	义安村	3925	西	48	145
35	张家祠堂	3393	西	26	79
36	白庙坪	2632	西	26	79
37	观音岩	2757	西南	17	52
38	夕后坝	2328	西	8	25
39	双福村	1637	西南	58	175
40	本清村	895	西南	48	145
41	凉水村	193	南	165	496
42	碉楼房子	2374	西南	14	43

序号	名称	距离(m)	方向	户数	人数
43	庙湾	4862	西南	3	10
44	酢坊湾	4748	西南	14	43
45	厅房湾	4659	西南	18	55
46	槐树湾	4126	西南	27	82
47	志和村	4347	西南	19	58
48	高屋基	3594	西南	10	31
49	杜家老房子	3881	西南	8	25
50	三岔河	3308	西南	12	37
51	水井湾	4483	西南	17	52
52	雷打石湾	3950	西南	35	106
53	吊脚	3002	西南	5	16
54	张家石坝	2988	西南	30	91
55	方沟村	4836	西南	15	46
56	乾埝塘	4914	西南	14	43
57	万家屋基	3472	西南	37	112
58	孙家坪	2681	西南	22	67
59	石河村	4929	西南	11	34
60	花坟	4425	西南	48	145
61	大青杠树	4286	西南	32	97
62	明星村	3086	西南	58	175
63	和尚坡	4820	西南	12	37
64	石灰窑	1472	西南	17	52
65	板院村	1235	西南	16	49
66	老屋基	1749	西南	19	58
67	王家沟	4950	西南	15	46
68	半边山	3898	西南	27	82
69	八角庙	3662	西南	20	61
70	楼房村	2485	西南	22	67
71	白鹤林	2957	南	72	217
72	月亮坪	3954	南	42	127
73	方家沟	4378	南	9	28
74	文曲村	4830	南	14	43
75	三塔村	4950	南	19	58
76	斑竹林	3852	南	20	61
77	瓦窑湾	2013	南	56	169
78	印河湾	1985	东南	21	64
79	柑子湾	4348	南	24	73
80	虾扒口	4340	南	43	130
81	母猪沟	1219	东南	75	226
82	大水井	1776	东南	28	85
83	周家坝	2200	东南	39	118
84	牛角丘	2653	东南	33	100
85	半边山	2771	东南	61	184

序号	名称	距离(m)	方向	户数	人数
86	土红堡	2859	东南	53	160
87	垣楼村	3376	东南	45	136
88	黄荆沟	4365	东南	17	52
89	西角院子	4936	东南	15	46
90	新桥	3922	东南	17	52
91	龙家坳	4429	东南	70	211
92	唐家店	3388	东南	34	103
93	花生田	4604	东南	35	106
94	玉皇村	3681	东南	31	94
95	方碑村	4101	东南	43	130
96	火烧坡	4396	东南	41	124
97	二郎庙	3206	东南	62	187
98	桅杆大田	3111	东南	25	76
99	夏家坡	3206	东南	5	16
100	白家咀	3459	东南	10	31
101	鹅项颈	4133	东南	38	115
102	大土山	4691	东南	8	25
103	两根黄桷树	4727	东南	11	34
104	砖房子	4704	东南	22	67
105	响水岩	3718	东南	18	55
106	毛毛沟	3622	东南	17	52
107	余家坝	2770	东南	58	175
108	白家堰坎	2789	东南	22	67
109	长坝田	2788	东南	30	91
110	水竹屋基	3130	东南	18	55
111	木耳山	3952	东南	10	31
112	丁家湾	4506	东南	19	58
113	大堰坡	2566	东南	19	58
114	柏杨湾	331	东南	9	28
115	黑堰塘	837	东南	20	61
116	太平镇	1543	东南	350	1051
117	通花沟	1799	东	28	85
118	肖家沟	755	东	41	124
119	坪漆村	719	东北	46	139
120	石坝儿	1098	东北	33	100
121	高复山	4818	东南	12	37
122	苧河沟	4810	东南	2	7
123	堰塘坡	4281	东南	20	61
124	土湾	4291	东南	9	28
125	沙沟	3521	东南	34	103
126	茨竹沟	3871	东南	10	31
127	谷子坡	3542	东南	25	76
128	沙坪子	3127	东南	6	19

序号	名称	距离(m)	方向	户数	人数
129	桅杆坝	3402	东	53	160
130	高坡顶	2010	东北	33	100
131	双峰池	4147	东北	28	85
132	田家沟	4548	东北	5	16
133	水糖沟	3320	东北	14	43
134	金竹湾	2587	东北	33	100
135	楠木沟	4137	东北	12	37
136	和尚沟	3596	东北	7	22
137	周家湾	3744	东北	41	124
138	小沟湾	4602	东北	12	37
139	火烧湾	3753	东北	32	97
140	陈家沟	3389	东北	50	151
141	大硐楼	2199	东北	34	103
142	白果湾	3030	东北	45	136
143	刘家沟	3737	东北	40	121
144	团碾	2214	北	245	736
145	曹家塝	3112	北	31	94
146	金星村	3748	北	18	55
147	卷子沟	4230	北	18	55
148	小芋河沟	4900	北	3	10
149	黄桷村	3030	北	64	193
150	熊家坪	3063	北	49	148
151	花朝门	4342	东北	38	115
152	羊角垴	3654	北	29	88
153	高埝坝	4101	北	34	103
154	太平小学	2382	东南		720
155	文曲小学	4972	西南		540

1.10　评价方法和评价工作程序

1.10.1　评价方法

由于本工程为线路工程，本评价将按“点段结合、以点带面，突出重点、反映全线”的方法开展工作。结合本工程各评价范围环境特征和各评价要素的评价工作等级，对环境影响因素进行识别和筛选，有针对、有侧重地对环境要素进行监测与评价。同时考察和调查国内现有管道(如西气东输一、二、三线管道、中俄东线、漠大线等)施工期和运行期存在的环境问题，获取有关管道建设和运行中的环境影响因素及污染源的有关资料。参考类比调查的结果，选择适当的模式和参数，定量或定性地分析项目施工期间和投产运行后对周围环境的影响，以及非正常工况、事故状态下的影响，针对评价结果反映的主要问题，结合国内外现有方法提出预防和恢复措施；结合工程沿线各城镇发展规划、环境保护规划、生态保护规划等，论证管线路由走向和站场选址的环境可行性；最后综合分析各章节评价结论，给出该项目建设的环境可行性结论。

1.10.2　评价时段

本工程环境影响评价时段主要包括施工期和运行期两个时段。

1.10.3　评价工作程序

本工程环境影响评价工作程序详见图 1.10-1。

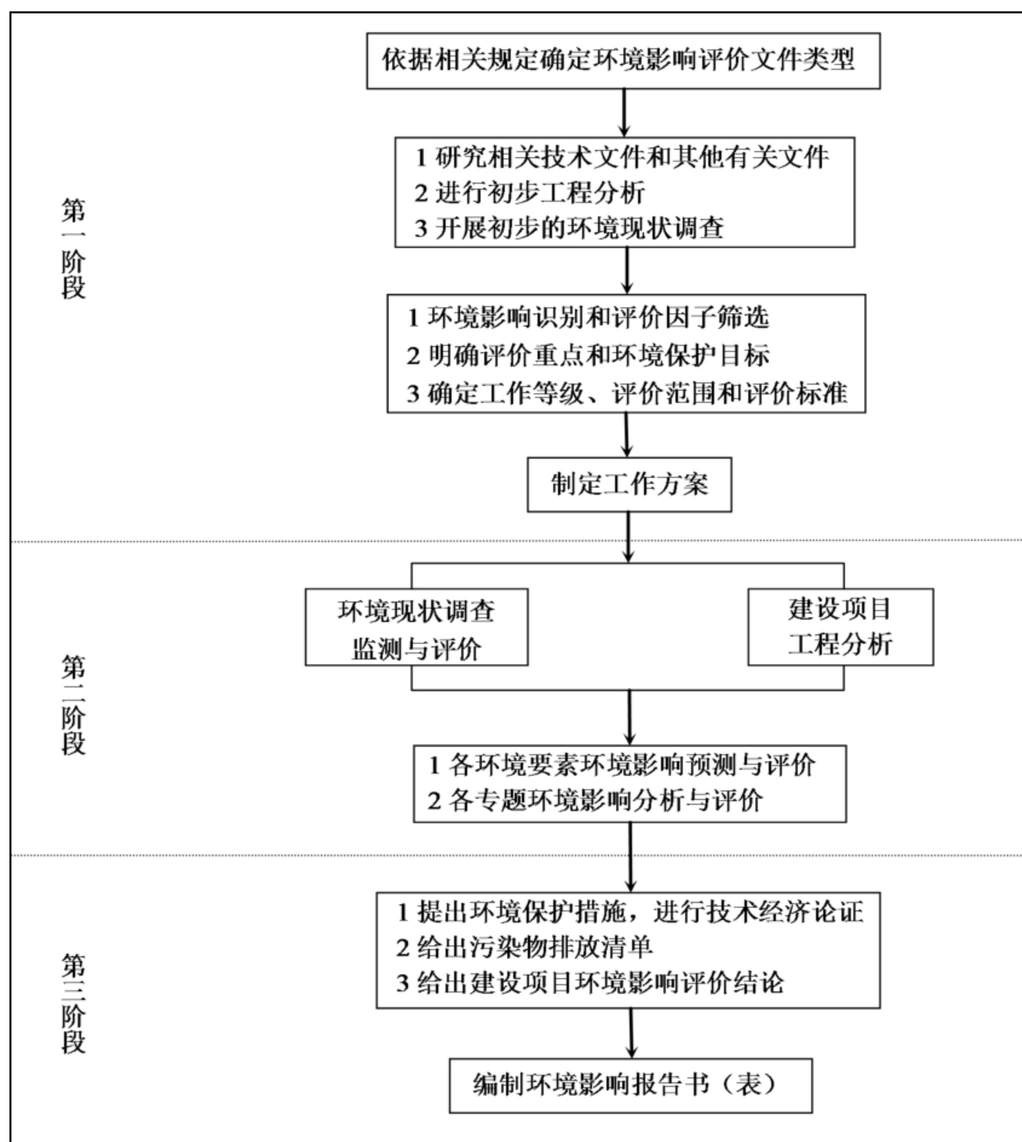


图 1.10-1　环境影响评价工作程序

2 建设项目概况

2.1 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段

2.1.1 总体情况

1) 川气东送二线天然气管道

川气东送二线天然气管道工程属于《“十四五”现代能源体系规划》(发改能源〔2022〕210 号)中规划建设的天然气管道工程，是四川盆地上产天然气和富余调峰气重要的外输通道。工程包括 1 条干线、1 条联络线、15 条支干线。其中，干线起自四川省内江市威远县威远首站和泸州市泸县首站，途径四川、重庆、湖北、安徽、江西、浙江等 6 省（市），止于浙江省温州市温州末站，全长 2418km，设计压力 10MPa，管径 1219mm/1016mm。干线分川渝鄂段、鄂豫皖赣浙闽段潜江/仙桃-宣城、宣城-温州三段建设。1 条联络线为枣阳-合肥-宣城联络线，全长 821.5km。线路总体走向见图 2.1-1。

2) 川气东送二线天然气管道与川气东送天然气管道工程关系

川气东送管道西起川东北普光首站，东至上海末站，途经四川、重庆、湖北、安徽、江苏、浙江、上海等 5 省 2 市。管道全长约 2229km，包含 1 条干线、5 条支线。2013 年 5 月 3 日通过原国家环境保护部组织的竣工环保验收。川气东送二线天然气管道工程在重庆市石柱土家族自治县王场镇之后至潜江段线路，考虑与川气东送管道的互联互通，总体并行川气东送管道，沿川气东送管道走廊带敷设至潜江压气站。川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)与川气东送管道工程无并行段，也无互联互通工程。川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)干线在重庆石柱土家族自治县至潜江段与川气东送管道工程总体并行。

3) 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段包括 1 条干线、12 条支干线，总长 1576km。

干线工程总体与川气东送一线并行敷设，干线线路全长 1145km，起点为四川威远县和泸县，途经重庆，终点为湖北省潜江市。沿途经过四川、重庆、湖北 3 个省(市)28 县(市、区)。四川省辖区内经威远县、内江市中

区、东兴区、安岳县、泸县、隆昌市 6 个区县，线路长度合计 197km。重庆辖区内经大足区、潼南区、铜梁区、合川区、璧山区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县、石柱土家族自治县 11 个区县，线路长度合计 383km。湖北省辖区内经利川市、恩施市、建始县、巴东县、长阳土家族自治县、宜都市、猇亭区、枝江市、沙市区、潜江市 11 个区县，线路长度合计 565km。是四川盆地上产天然气的又一外输通道。

支线工程由 4 条支干线和 8 条供气支线组成，线路分布于 3 省(市)7 市(州)19 县(区)。

4 条支干线管道包括大英-安岳-铜梁支干线，为资源注入管道；牟家坪、老翁场储气库支干线，黄草峡储气库支干线，铜锣峡储气库支干线 3 条储气库联络线，分别分布于四川省宜宾市、泸州市、自贡市、遂宁市、资阳市，重庆潼南区、铜梁区、渝北区、长寿区，总长 295.4km。

8 条供气支线管道包括重庆境内垫江供气管道、潼南供气管道、璧山供气管道、长寿供气管道、大足供气管道、合川供气管道、渝北供气管道；湖北境内巴东供气管道，分别分布于重庆市大足区、潼南区、璧山区、合川区、渝北区、长寿区、垫江区，湖北省巴东县，总长 135.6km。

管道沿线整体走向见图 2.1-2。

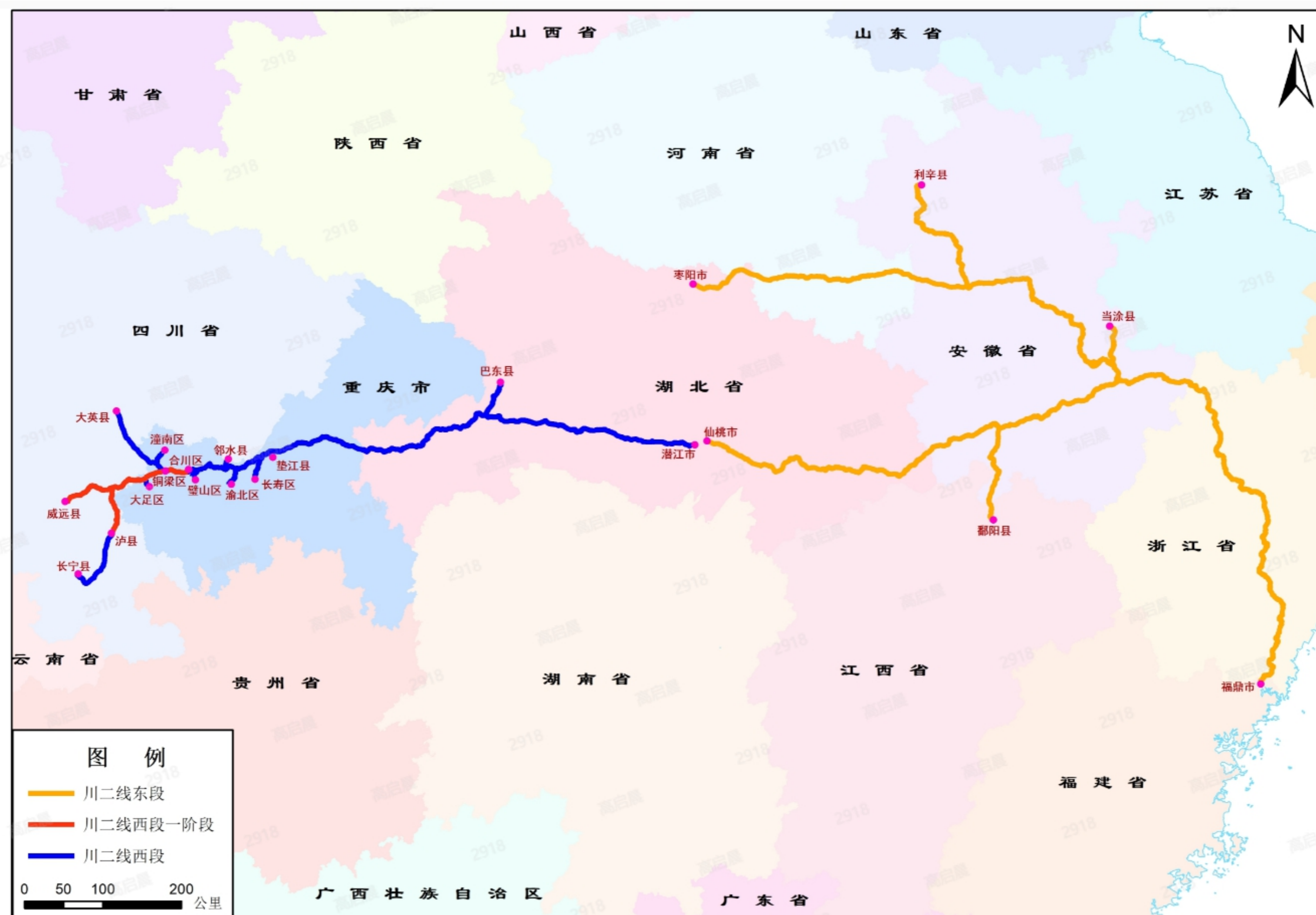


图 2.1-1　川气东送二线天然气管道工程线路总体走向

2.1.2 工程核准情况

2022 年 9 月 28 日，国家发改委核准了川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段，核准文件明确项目主体工程分三阶段建设。

一阶段建设威远/泸县-铜梁段干线，实现与中贵线联网；

二阶段建设铜梁-潜江段干线、牟家坪/老翁场-泸县支干线、大英-安岳-铜梁支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线；

三阶段建设重庆大足供气支线、潼南供气支线、合川供气支线、璧山供气支线、渝北供气支线、长寿供气支线、垫江供气支线、湖北巴东供气支线。

三个阶段划分及线路走向见图 2.1-2。本次评价内容为一阶段工程。

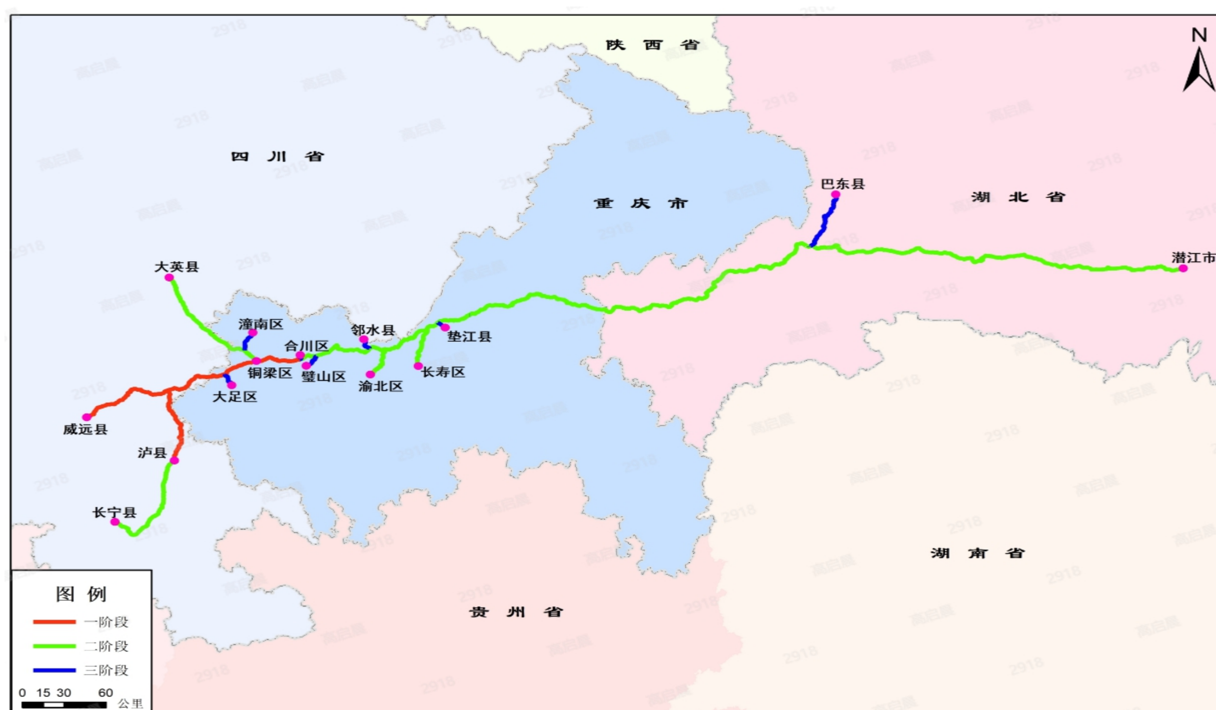


图 2.1-2 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段项目三个阶段划分及线路走向

1） 一阶段

工程范围：威远/泸县-铜梁(铜梁区与合川区交界处)管道长度 282.77 km，管径 D1016/D1219，线路阀室 11 座，站场 4 座。

目标：实现威远、泸县气源上载及在铜梁与中贵线互联互通，将四川盆地上载气源输送至国家干网。

2） 二阶段

工程范围：铜梁(铜梁区与合川区交界处)-潜江管道长度860km，管径D1219，线路阀室46座，站场6座。另含牟家坪/老翁场-泸县支干线、大英-安岳-铜梁支干线管道、铜锣峡储气库支干线管道、黄草峡储气库支干线管道4条支干线。二阶段干线在重庆石柱土家族自治县至潜江段与川气东送管道工程总体并行。

目标：支撑四川盆地千亿方产能规划，实现川中气源上载；与牟家坪、老翁场、铜锣峡、黄草峡等沿线大型储气库互联互通，充分发挥储气库应急调峰能力，保障能源供应安全；同时在潜江与新气管道、西气东输等国家主干管网互联互通，向中东部输气，促进长江经济带高质量发展。

3） 三阶段

工程范围：8条供气支线。

目标：实现与沿线地方管网连接，满足沿线用气需求。

2.2 一阶段工程概况

2.2.1 工程概况

管道起自威远首站/泸县首站，止于铜梁区与合川区交界处(铜梁区旧县街道冷家沟)，管道长度282.77km，设4座站场，11座阀室。

威远首站-内江注入站段管径D1016mm，线路长度81.52km，采用L485M钢管；泸县首站-内江注入站-铜梁合川界段管径D1219mm，线路长度201.25km，采用L555M钢管。设计压力10MPa，设计输气量$200\times10^8m^3/a$，工程投资61.23×10^8元。

表2.2-1 主要项目组成表

分类	项目	主要项目内容	单位	工程量	备注
主体工程	线路工程	管道长度	km	282.77	
		输气规模	$10^8m^3/a$	200	
		管径	mm	1016/1219	
		设计压力	MPa	10	
	站场工程	站场	座	4	
	穿越工程	高速公路	处	18	
		铁路	处	8	
		大型河流穿越	处	1	
		中型河流穿越	处	5	
	附属工程	阀室	座	11	监控阀室
		阴极保护站	座	4	

续表 2.2-1　主要项目组成表

分类	项目	主要项目内容	单位	工程量	备注
辅助工程	道路工程	新建施工便道	km	71.9	
		整修施工便道	km	123.72	
公用工程	供暖	空调	建筑单体不考虑供暖，主要是夏季空调。		
	给排水	给排水	套	3	依托当地城镇自来水
	通信	光缆线路	km	282.77	
	供配电	外接线路	km	55	站场电源依托外电
	消防	站场消防	3 个压气站新建消防水源，站内配备消防器材。		
环保工程	生活污水	-	站场新建 MBR 一体化污水处理设备(内江无人值守，无)		
	站场噪声	-	选用低噪声设备，控制站内管道的气体速度，降低站场气流噪声		
	固体废物	危险废物暂存设施	生活垃圾定期清运，3 个压气站设危险废物暂存设施		
占地		临时占地	hm^2	779.46	
		永久占地		19.36	含 0.5433hm^2三桩

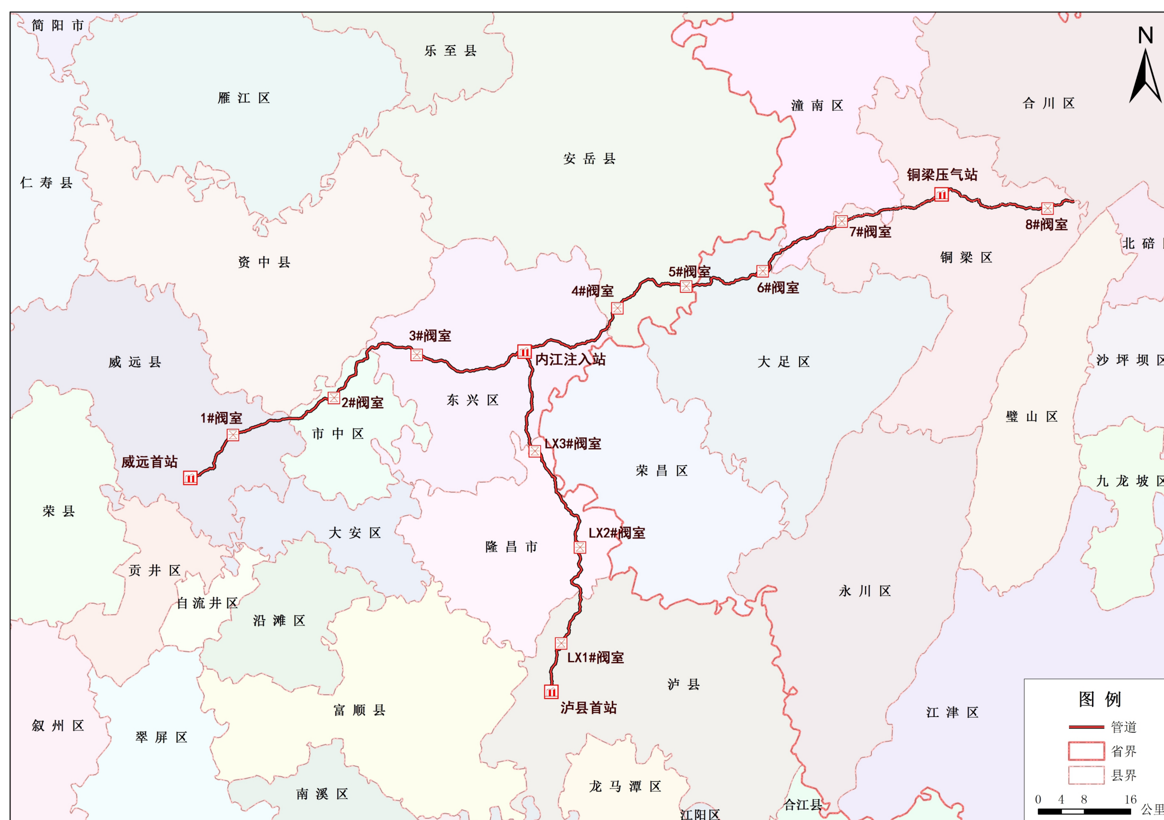


图 2.2-1　威远/泸县-铜梁段线路走向示意

2.2.2　行政区划

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段项目(一阶段)沿线经过四川省泸州市、内江市、资阳市和重庆市大足区、潼南区、铜梁区。沿线经过行政区划统计见表 2.2-2。

表 2.2-2　沿线行政区划统计

序号	省(市)	市(州)	县(市、区)	长度(km)
威远-铜梁段				
1	四川省	内江市	威远县	25.21
2			市中区	22.93
3			东兴区	51.67
4		资阳市	安岳县	22.22
5	重庆市	重庆市	大足区	21.62
6			潼南区	13.87
7			铜梁区	48.03
合计(km)				205.55
泸县-内江段				
1	四川省	泸州市	泸县	21.09
2		内江市	隆昌市	34.94
3			东兴区	21.19
合计(km)				77.22
总计(km)				282.77

2.2.3　站场和阀室

本工程设 4 座站场和 11 个阀室，铜梁压气站口径为 DN500，其余站场及阀室放空立管口径为 DN400。站场放空立管高度 15m，阀室放空立管高度选取 10m。站场和阀室具体设置情况见表 2.2-3。

表 2.2-3　站场阀室设置

序号	名称	间距(km)	里程(km)	地区等级	所在县	类型
威远-内江段						
1	威远首站	0	0.0	二级地区为主	威远县	首站
2	1#阀室	13.38	13.38	二级地区为主	威远县	监控阀室
3	2#阀室	21.83	35.21	二级地区为主	市中区	监控阀室
4	3#阀室	22.7	57.91	二级地区为主	东兴区	监控阀室
5	内江注入站	23.61	81.52	二级地区为主	东兴区	输气站
内江-铜梁段						
1	内江注入站	0	0	二级地区为主	东兴区	输气站
2	4#阀室	22.5	22.5	二级地区为主	安岳县	监控阀室
3	5#阀室	16.6	39.1	二级地区为主	大足区	监控阀室
4	6#阀室	16.43	55.53	二级地区为主	大足区	监控阀室，预留分输接口

续表 2.2-3 站场阀室设置

序号	名称	间距(km)	里程(km)	地区等级	县(区)	类型
5	7#阀室	19.62	75.15	二级地区为主	铜梁区	监控阀室
6	铜梁压气站	20.64	95.79	二级地区为主	铜梁区	压气站
7	8#阀室	22.58	118.37	二级地区为主	铜梁区	监控阀室，预留分输接口
泸县-内江段						
1	泸县首站	0	0	二级地区为主	泸县	首站
2	LX1#阀室	10.17	10.17	三级地区为主	泸县	监控阀室
3	LX2#阀室	22.56	32.72	二级地区为主	隆昌市	监控阀室
4	LX3#阀室	22.98	55.7	二级地区为主	隆昌市	监控阀室
5	内江注入站	21.52	77.22	二级地区	东兴区	输气站

2.2.4 天然气组分

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段资源为川渝地区常规气和页岩气，主要包括磨溪龙王庙组、普光礁滩、高石梯震旦系、威远页岩气等。暂未获取威远区块页岩气组分作为川渝页岩气组分，将磨溪第二净化厂处理气组份作为常规气组分进行分析，该气质组分的气源同属威远区块，具备代表性，详见表 2.2-4。

表 2.2-4 磨溪第二净化厂处理天然气组分

组分	单位	数量
CH_4	% mol	98.088
C_2H_6	% mol	0.1447
C_3H_8	% mol	0.0104
CO_2	% mol	1.5943
H_2S	% mol	0.0024
H_2O	% mol	0.1602

2.2.5 线路工程

1） 管道材质

泸县-内江-铜梁管径为 D1219，设计压力 10MPa，钢管采用 L555M 钢级。威远-内江段管径为 D1016，设计压力 10MPa，钢管采用 L485M 钢级。

本工程干线管道全长 282.77km，其中二级地区长度为 255.13km，三级地区长度为 27.64km。

2） 管道敷设

一般线路段采用沟埋敷设。一般土方地段管顶埋深不小于 1.2m，岩石段管顶覆土不小于 0.8m，农耕地段不小于 1.5m；对于可能受洪水冲刷的地段，适当加大埋深或采取相关措施(如过水面、防冲墙等)。

作业带宽按一般地段 28m(D1219mm)和 26m(D1016mm)控制。环境敏感点区、林地、果园、经济林段按 26m(D1219mm)和 24m(D1016mm)控制。水塘、鱼塘段按 40m(D1219mm)和 35m(D1016mm)控制。其中内江市三水厂沱江对口滩饮用水水源准保护区内除局部困难段以外，作业带宽缩减至 22m。

3) 施工便道

本工程不设伴行道路，只设施工便道，分为新建施工便道和整修施工便道，新建施工便道进行临时征地，整修施工便道在现有乡村土路基础上修整，不征地。本工程新建施工便道 71.9km，整修便道 123.72km，其中威远-内江段(D1016mm)共设置施工便道 53.7km，其中新建便道 14.8km，整修便道 38.9km；泸县-内江段(D1219)共设置施工便道 57km，其中新建便道 18km，整修便道 39km；内江-铜梁段(D1219)共设置施工便道 84.92km，其中新建便道 39.1km，整修便道 45.82km。新建便道、整修便道分布情况见表 2.2-5。

表 2.2-5 工程施工便道统计

序号	行政区划	起止点桩号	施工便道长度(km)	所在地貌类型	备注
威远-内江段					
1	威远县新店镇	AA028-AA034	3	浅丘	整修便道
2	威远县严陵镇	AA037-AA047	1	浅丘	新修便道
3		AA061-AA066	2.3	浅丘	整修便道
4	威远县龙会镇	AA067-AA072	1.5	浅丘	新修便道
5		AA073-AA080	2	浅丘	整修便道
6		AA083-AA087	0.5	浅丘	新修便道
7		AA088-AA092	1	浅丘	整修便道
8		AA094-AA101	1	浅丘	整修便道
9		AA101-AA106	2	浅丘	整修便道
10		AA106-AA117	1.5	浅丘	新修便道
11	威远县东联镇	AA117-AA124	1	浅丘	整修便道
12	市中区朝阳镇	AB005-AB008	0.7	浅丘	新修便道

序号	行政区划	起止点桩号	施工便道长度(km)	所在地貌类型	备注
13	市中区全安镇	AB014-AB019	1	浅丘	整修便道
14		AB019-AB032	1.3	浅丘	新修便道
15		AB019-AB032	3	浅丘	整修便道
16		AB038-AB046	0.5	深丘	新修便道
17	市中区史家镇	AB049-AB055	1.7	浅丘	整修便道
18		AB056-AB067	1.5	浅丘	新修便道
19		AB068-AB079	2	浅丘	整修便道
20		AB079-AB088	3	浅丘	整修便道
21	东兴区富溪镇	AC001-AC026	2.5	深丘	整修便道
22		AC001-AC026	1.5	深丘	新修便道
23	东兴区双才镇	AC026-AC038	1	浅丘	整修便道
24		AC041-AC050	0.9	浅丘	整修便道
25	东兴区高桥街道	AC057-AC061	0.8	浅丘	新修便道
26	东兴区田家镇	AC064-AC076	3.5	浅丘	整修便道
27		AC080-AC092	2	浅丘	整修便道
28		AC093-AC110	2	浅丘	新修便道
29		AC112-AC121	2	浅丘	新修便道
30		AC123-AC134	4	浅丘	整修便道
31	东兴区白合镇	AC135-AC154	2	浅丘	整修便道
泸县-内江段					
1	泸县福集镇	AD001-AD013	2	浅丘	整修便道
2		AD016-AD033	3.5	浅丘	整修便道
3		AD035-AD053	1.5	浅丘	新修便道
4		AD053-AD068	2	浅丘	整修便道
5		AD069-AD080	1	浅丘	新修便道
6		AD080-AD085	1	浅丘	整修便道
7	泸县嘉明镇	AD086-AD092	0.8	浅丘	新修便道
8		AD094-AD111	2.5	浅丘	整修便道
9		AD116-AD122	0.7	浅丘	新修便道
10	隆昌市石燕桥镇	AE003-AE011	1	浅丘	新修便道
11		AE013-AE039	3	深丘	新修便道

序号	行政区划	起止点桩号	施工便道长度(km)	所在地貌类型	备注
12		AE039-AE046	1.5	深丘	新修便道
13		AE047-AE063	3	浅丘	整修便道
14		AE071-AE081	2	浅丘	整修便道
15	隆昌市石碾镇	AE082-AE099	2.5	浅丘	整修便道
16	隆昌市周兴镇	AE099-AE130	3.5	浅丘	整修便道
17	隆昌市界市镇	AE131-AE135	0.5	浅丘	新修便道
18		AE138-AE143	0.5	浅丘	新修便道
19		AE143-AE150	1.5	浅丘	新修便道
20		AE150-AE168	6	浅丘	整修便道
21	东兴区顺河镇	AC201-AC236	3	浅丘	整修便道
22		AC236-AC248	2	深丘	新修便道
23		AC250-AC261	2	浅丘	整修便道
24		AC261-AC265	1.5	浅丘	新修便道
25	东兴区田家镇	AC268-AC270	1	浅丘	新修便道
26		AC273-AC277	1.5	浅丘	新修便道
27		AC273-AC277	2	浅丘	整修便道
28		AC278-AC276	4	浅丘	整修便道
内江-铜梁段					
1	东兴区白合镇	AC401-AC405	0.8	浅丘	新修便道
2		AC405-AC415	2	浅丘	整修便道
3		AC415-AC417	1	深丘	新修便道
4		AC418-AC432	3	浅丘	整修便道
5	东兴区石子镇	AC438-AC443	1	浅丘	整修便道
6		AC444-AC447	1.2	浅丘	新修便道
7		AC448-AC450	1	浅丘	整修便道
8	安岳县元坝镇	AF001-AF007	1.5	浅丘	整修便道
9		AF007-AF012	1	深丘	新修便道
10		AF013-AF017	1	深丘	新修便道
11		AF017-AF031	3	浅丘	整修便道
12		AF033-AF035	2	深丘	新修便道
13		AF036-AF040	1	浅丘	整修便道
14	安岳县忠义镇	AF044-AF056	1.5	浅丘	整修便道

序号	行政区划	起止点桩号	施工便道长度(km)	所在地貌类型	备注
15		AF062-AF080	1	浅丘	整修便道
16	大足区中敖镇	BA004-BA039	3.8	深丘	新修便道
17		BA004-BA039	1	深丘	整修便道
18		BA042-BA066	3.5	山间平地	整修便道
19		BA067-BA082	1.6	山间平地	整修便道
20		BA082-BA098	1.3	深丘	新修便道
21		BA100-BA103	1	山间平地	整修便道
22	大足区高坪镇	BA103-BA106	1	山间平地	整修便道
23		BA107-BA116	1	深丘	新修便道
24		BA117-BA121	1	山间平地	整修便道
25	潼南区五桂镇	BB001-BB009	13.9	浅丘	新修便道 5.8
26		BB009-BB016	2	山间平地	整修便道
27		BB016-BB024	1	浅丘	新修便道
28		BB027-BB032	0.8	山间平地	整修便道
29		BB033-BB038	1	深丘	新修便道
30	潼南区卧佛镇	BB042-BB045	0.9	深丘	新修便道
31		BB046-BB065	2	山间平地	整修便道
32	潼南区寿桥镇	BB067-BB080	1	浅丘	整修便道
33	铜梁区平滩镇	BC001-BC023	3	浅丘	整修便道
34		BC024-BC032	2	浅丘	新修便道
35		BC032-BC047	2.5	浅丘	整修便道
36		BC032-BC047	1	浅丘	新修便道
37	铜梁区侣俸镇	BC049-BC057	1.8	浅丘	整修便道
38		BC058-BC066	1	山间平地	新修便道
39		BC067-BC078	0.5	山间平地	整修便道
40	铜梁区太平镇	BC078-BC083	0.5	山间平地	整修便道
41		BC084-BC094	1.5	浅丘	新修便道
42	铜梁区太平镇	BC119-BC120	0.4	浅丘	整修便道
43	铜梁区太平镇	BC122-BC123	0.32	浅丘	新修便道
44	铜梁区太平镇	BC125-BC126	0.36	浅丘	整修便道
45	铜梁区太平镇	BC129-BC130	0.47	浅丘	整修便道
46	铜梁区巴山街	BC131-BC132	0.35	浅丘	新修便道

序号	行政区划	起止点桩号	施工便道长度(km)	所在地貌类型	备注
	道				
47	铜梁区巴山街道	BC133-BC134	0.44	浅丘	整修便道
48	铜梁区巴山街道	BC135-BC136	0.4	浅丘	新修便道
49	铜梁区东城街道	BC137-BC138	0.2	浅丘	整修便道
50	铜梁区东城街道	BC140-BC141	0.28	浅丘	整修便道
51	铜梁区东城街道	BC144-BC145	0.16	浅丘	整修便道
52	铜梁区东城街道	BC147-BC148	0.35	浅丘	新修便道
53	铜梁区水口镇	BC150-BC151	0.19	浅丘	整修便道
54	铜梁区水口镇	BC153-BC154	0.29	浅丘	整修便道
55	铜梁区水口镇	BC155-BC156	0.31	浅丘	整修便道
56	铜梁区水口镇	BC158-BC159	0.43	浅丘	整修便道
57	铜梁区二坪镇	BC160-BC161	0.28	浅丘	整修便道
58	铜梁区二坪镇	BC163-BC164	0.34	浅丘	整修便道
59	铜梁区二坪镇	BC166-BC167	0.18	浅丘	新修便道
60	铜梁区二坪镇	BC168-BC169	0.16	浅丘	整修便道
61	铜梁区二坪镇	BC171-BC172	0.18	浅丘	新修便道
62	铜梁区二坪镇	BC173-BC174	0.35	浅丘	整修便道
63	铜梁区旧县镇	BC175-BC176	0.43	浅丘	整修便道
64	铜梁区旧县镇	BC177-BC178	0.39	浅丘	整修便道
65	铜梁区旧县镇	BC180-BC181	0.43	浅丘	整修便道
66	铜梁区旧县镇	BC184-BC185	0.5	浅丘	整修便道
67	铜梁区旧县镇	BC187-BC188	0.3	浅丘	新修便道
68	铜梁区旧县镇	BC189-BC190	0.37	浅丘	整修便道
69	铜梁区旧县镇	BC192-BC193	0.35	浅丘	新修便道
70	铜梁区旧县镇	BC195-BC196	0.36	浅丘	整修便道
71	铜梁区旧县镇	BC198-BC199	0.4	浅丘	新修便道
72	铜梁区旧县镇	BC200-BC201	0.3	浅丘	新修便道
73	铜梁区旧县镇	BC202-BC203	0.48	浅丘	整修便道
74	铜梁区旧县镇	BC205-BC206	0.18	浅丘	新修便道
75	铜梁区旧县镇	BC207-BC208	0.39	浅丘	新修便道

4） 河流大、中型穿越

本工程管道河流大型穿越 1 处，河流中型穿越 5 处，其中沱江穿越采用钻爆隧道施工，施工完成后隧道内充水运行。5 处中型穿越，其中 2 处为开挖穿越，3 处为定向钻穿越。具体见表 2.2-6 和表 2.2-7。

表 2.2-6 河流大型穿越工程统计

序号	河流名称	穿越位置	行政区划	地区等级	穿越长度(m)	管径×壁厚(mm×mm)	穿越方式	备注
1	沱江	内江市市中区史家镇	四川省	二级	1244	1016×21.0	钻爆隧道	威远-内江段

表 2.2-7 河流中型穿越工程统计

序号	河流名称	穿越位置	行政区划	地区等级	穿越长度(m)	管径×壁厚(mm×mm)	穿越方式	备注
1	威远河	内江市威远县新店镇	四川省	二级	168	1016×21.0	开挖	
2	乌龙河	内江市威远县东联镇	四川省	二级	167	1016×21.0	开挖	
3	九曲河	泸州市泸县嘉明镇	四川省	三级	704	1219×27.5	定向钻	泸县-内江
4	清流河	四川省内江市东兴区顺河镇	四川省	二级	806	1219×22.0	定向钻	泸县-内江
5	小安溪	重庆市铜梁区二坪镇	重庆市	二级	907	1219×22.0	定向钻	

5） 铁路穿越

威远/泸县-铜梁段穿越铁路 8 次，其中高铁 5 次，见表 2.2-8。

表 2.2-8　铁路穿越段统计

序号	铁路名称	穿越位置	类型	穿越方式	穿越长度(m)	备注
1	成自高铁(在建)	四川省内江市威远县龙会镇	电气化铁路	桥下开挖+盖板	80	威远-内江段
2	成渝铁路	四川省内江市市中区史家镇	电气化铁路	随沱江隧道穿越	-	威远-内江段
3	成渝客运专线	四川省内江市东兴区富溪镇	电气化铁路	桥下开挖+盖板	80	威远-内江段
4	川南城际铁路	四川省泸州市泸县福集镇	电气化铁路	桥下开挖+盖板	80	泸县-内江段
5	隆黄铁路及改线	四川省泸州市泸县嘉明镇	电气化铁路	顶管	160	泸县-内江段
6	成渝铁路	四川省内江市隆昌市石燕桥镇	电气化铁路	顶管	80	泸县-内江段
7	成渝客运专线	四川省内江市隆昌市界市镇	电气化铁路	桥下开挖+盖板	80	泸县-内江段
8	成渝中线高铁	重庆市大足区中敖镇	电气化铁路	桥下开挖+盖板	80	内江-铜梁段

6)　公路穿越

拟建管道穿越高速公路 18 次，穿越国道、省道共 14 次。管道与已建或在建(规划)公路关系统计见表 2.2-9。

表 2.2-9　公路穿越段统计

序号	公路名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式	公路等级
高速公路穿越情况					
1	G4215 荣遵高速	四川省内江市威远县新店镇	100	顶管	高速
2	乐犍高速(规划)	四川省内江市威远县龙会镇	100	开挖加套管	高速
3	S20 内威荣高速	四川省内江市市中区朝阳镇	100	顶管	高速
4	G76 成渝高速	四川省内江市市中区史家镇	100	顶管	高速
5	成渝高速扩容(规划)	四川省内江市东兴区富溪镇	100	开挖加套管	高速
6	S11 遂内高速	四川省内江市东兴区双才镇	150	顶管	高速
7	成渝高速扩容(初设)	四川省内江市东兴区田家镇	100	顶管	高速
8	成渝高速扩容(初设)	四川省内江市东兴区田家镇	100	顶管	高速
9	G76 厦蓉高速	四川省泸州市泸县福集镇	100	顶管	高速
10	永川高速(可研)	四川省泸州市泸县嘉明镇	100	顶管	高速
11	G85 成渝高速	四川省内江市隆昌市石燕桥镇	100	顶管	高速
12	成渝高速扩容(初设)	四川省内江市隆昌市周兴镇	100	顶管	高速
13	大内高速(在建)	四川省内江市东兴区顺河镇	100	顶管	高速
14	G5013 渝蓉高速	四川省资阳市安岳县李家镇	120	顶管	高速
15	G8515 广沪高速	重庆市潼南区五桂镇	80	顶管	高速
16	铜安高速(在建)	重庆市潼南区卧佛镇	80	桥下开挖加套管	高速

续表 2.2-9　公路穿越段统计

序号	公路名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式	公路等级
17	G93 渝遂高速	重庆市铜梁区太平镇	100	顶管	高速
18	铜合高速	重庆市铜梁区旧县镇	100	顶管	高速
国道、省道穿越情况					
1	省道 S207	四川省内江市威远县新店镇	60	顶管	二级
2	国道 G321	四川省内江市市中区史家镇	60	顶管	一级
3	省道 S206	四川省内江市东兴区双才镇	60	顶管	二级
4	省道 S426	四川省内江市东兴区田家镇	80	顶管	二级
5	省道 S206	四川省内江市东兴区田家镇	60	顶管	二级
6	国道 G321	四川省泸州市泸县嘉明镇	60	顶管	一级
7	国道 G321 改线	四川省泸州市泸县嘉明镇	60	顶管	一级
8	省道 S305	四川省内江市隆昌市石燕桥镇	60	顶管	二级
9	国道 G348 改线	四川省内江市隆昌市石燕桥镇	60	顶管	一级
10	省道 S206	四川省内江市东兴区石子镇	60	顶管	二级
11	国道 G246	重庆市潼南区五桂镇	60	顶管	一级
12	省道 S543	重庆市铜梁区平滩镇	60	顶管	二级
13	国道 G319	重庆市铜梁区太平镇	60	顶管	一级
14	省道 S207	重庆市铜梁区旧县镇	60	顶管	二级

2.2.6　站场工艺

川气东送二线川渝鄂段一阶段干线共设置 4 座输气站场。站场设置见表 2.2-10。

表 2.2-10　站场统计

序号	名称	行政区划位置	站场等级	占地面积(hm^2)	备注
1	威远首站	四川省内江市威远县新店镇民富村	四	4.3993	新建
2	泸县首站	泸州市泸县福集镇神龙村	四	6.7022	新建
3	内江注入站	四川省内江市东兴区白合镇破马村	五	1.1472	新建
4	铜梁压气站	重庆市铜梁区太平镇板院村	四	4.8091	新建

2.2.6.1　威远首站

进站管径为 D610mm，出站干线管径为 D1016mm，设计压力 10MPa。

1)　主要流程及功能设置

(1)　正常输送流程

上游来气分别经过滤分离、计量后汇合，通过新建压缩机组增压、空冷器冷却后输往下游内江注入站。按照 2 台 8MW 电驱机组的配置压缩机。

(2) 清管器收发流程

站内设置清管器发送流程，可以向管道下游发送清管器。

(3) 辅助流程

站内的辅助流程有事故状态及维修时的放空和排污。

2) 主要工艺设施

(1) 压缩机组

压缩机区包括 8MW 等级电驱离心式压缩机组 2 套(含压缩机、电机、润滑油橇、油冷器、干气密封系统、密封气增压橇等)，空冷器 2 套，空压机及相关配套设施 2 套(含空气储罐)。

(2) 计量设备

站内设置 1 套计量设备，按设计输量 $1429\times10^4Nm^3/d$ 设计，设置 3 路超声波流量计，2 用 1 备。

(3) 过滤设备

站内设置过滤分离器 6 台，对接收的天然气进行分离除尘处理。

(4) 清管器收发设备

场站内设置清管器发送设备 1 套，可在不停输状态下向下游发送普通清管器或智能清管器。

(5) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，站内设 2 台电动放空阀，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(6) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空。清管设备、过滤分离设备、汇气管道上设排污阀，排污罐采用常压排放方式。

威远首站工艺流程详见附图。

2.2.6.2 泸县首站

老翁场来气进站管径为 911mm，泸县区块来气进站管径为 1219mm，出站管线去内江方向管径为 1219mm，全站设计压力 10MPa。

1) 主要流程及功能设置

(1) 正常输送流程

接收上游泸县区块来气，经过滤分离、计量后与站内经旋风分离、过滤分离的老翁场储气库(高月工况时)来气汇合后，往内江分输站；低月工况时将泸县区块来气经过滤分离、计量后回注到老翁场储气库。目前按照20MW 电驱机组一用一备的配置压缩机。

(2) 清管器收发流程

站内设置清管器收发流程，可以向老翁场方向实现双向收发球功能，向内江方向实现双向收发球功能。

(3) 辅助流程

站内的辅助流程有事故状态及维修时的放空和排污。

2) 主要工艺设施

(1) 压缩机组

压缩机组区包括 20MW 等级电驱离心式压缩机组 3 套(含压缩机、电机、润滑油橇、油冷器、干气密封系统、密封气增压橇等)，空冷器 3 套，空压机及相关配套设施 3 套(含空气储罐)。

(2) 计量设备

站内设置 1 套计量设备，为泸县区块来气计量，设计输量 $2000\times10^4Nm^3/d$，2 用 1 备。

(3) 过滤设备

泸县区块来气设置过滤分离器 4 台,3 用 1 备；老翁场来气设置旋风分离器 4 台 3 用 1 备。

(4) 清管器收发设备

站场内设置清管器收发设备 2 套，可在不停输状态下往内江方向、老翁场方向收发清管器。

(5) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，站内设 3 台电动放空阀，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(6) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空

汇管连接至放空立管集中放空。清管设备、过滤分离设备、汇气管道上设排污阀，排污罐采用常压排放方式。

2.2.6.3 内江注入站

泸县来气进站管径为1219mm，设计压力10MPa；威远来气进站管径为1016mm，设计压力10MPa，出站干线管径为1219mm，设计压力10MPa。

1） 主要流程及功能设置

（1） 正常输送流程

上游干线天然气进入站内进口汇管，经旋风分离器和过滤分离器过滤后，输往下游管道。

泸县方向天然气进入站内进口汇管，经旋风分离器和过滤分离器过滤后，输往下游管道。

由于缺少泸县方向天然气参数，无法确认内江注入站压缩机组配置，所以目前该站流程暂未考虑增压功能，但根据干线压缩机组设置预留压缩机区用地和接口。待上游参数确定以后，再根据需要补充完善增压功能。

（2） 全越站流程

当站内设备检修或发生事故时，气体可通过站内旁通管线越过该站场输往下游站场。

（3） 清管器收发流程

站内设置清管器接收、发送流程，可以接收上游管道发送的清管器和向下游发送清管器。

（4） 辅助流程

站内的辅助流程有事故状态及维修时的放空和排污。

2） 主要工艺设施

（1） 过滤设备

站内设置旋风分离器2台，对接收的天然气进行分离除尘处理，2用不备。

（2） 清管器收发设备

场站内设置清管器收发设备3套，可在不停输状态下接收上游和向下游发送普通清管器或智能清管器。

（3） 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，站内设2台电动放空阀，用于ESD状态下的站内天然气放空。

(4) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空。清管设备、过滤分离设备、汇气管道上设排污阀，排污罐采用常压排放方式。

2.2.6.4 铜梁压气站

进、出站干线管径均为1219mm，设计压力10MPa；在进站汇管处，为中贵线和大英-安岳-铜梁支干线来气预留接气口，中贵线铜梁分输站方向来气管径为1016mm，设计压力均为10MPa，安岳方向来气管径为711mm，设计压力位10MPa。

1) 主要流程及功能设置

(1) 正常输送流程

内江注入站来气进入站内进口汇管，经旋风分离器和过滤分离器过滤后，经压缩机组增压输往下游管道。

中贵线来气进入站内进口汇管，经旋风分离器和过滤分离器过滤后，经压缩机组增压输往下游管道。

安岳方向来气进入站内进口汇管，经旋风分离器和过滤分离器过滤后，经压缩机组增压输往下游管道。

(2) 全越站流程

当站内设备检修或发生事故时，气体可通过站内旁通管线越过该站场输往下游站场。

(3) 压力越站流程

站内设压力越站管线，当压缩机组停机时，经过滤后的天然气可越过压缩机组，输往下游站场。

(4) 清管器收发流程

站内设置清管器接收、发送流程，可以接收上游发送的清管器和向管道下游发送清管器。

(5) 辅助流程

站内的辅助流程有压缩机组防喘振流程、压缩空气供给流程、事故状态及维修时的放空和排污。

2） 主要工艺设施

（1） 增压设备

站内各设置 4 台功率 15MW 等级电机驱动的离心式压缩机组,并联运行，3 用 1 备。

（2） 过滤设备

站内设置旋风分离器 5 台，过滤分离器 5 台，对接收的天然气进行过滤分离处理，保证压缩机组的正常运行。旋风分离器与过滤分离器直连，5 路过滤分离装置正常运行，满负荷运行时无备用。

（3） 清管器收发设备

场站内设置清管器接收发送设备 3 套，可在不停输状态下接收上游和向下游发送普通清管器或智能清管器，不停输状态下接收安岳方向的普通清管器或智能清管器。

（4） 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，站内设 2 台电动放空阀，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

（5） 压缩空气系统

站内设压缩空气系统，压气站设置空气压缩机 4 台，3 用 1 备，用于提供站内压缩机组和其它设备需求的压缩空气。

（6） 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空。清管设备、过滤分离设备、汇气管道上设排污阀，排污罐采用常压排放方式。

2.2.6.5 站场设备

本项目站场主要设备见表 2.2-11。

表 2.2-11　主要设备统计

序号	名称及规格	单位	合计	威远首站	泸县首站	内江注入站	铜梁压气站	阀室11座
1	压缩机组							
	电机驱动离心式压缩机(8MW)		2	2				
	电机驱动离心式压缩机(15MW)		4				3+1	
	电机驱动离心式压缩机(20MW)	套	3		2+1			
2	空气压缩机(撬装，带储罐)		8	2	2+1		2+1	
3	空冷器		9	1+1	2+1		3+1	
4	清管设备							
	清管器收发球筒 P=10MPa DN1200	个	5		1	2	2	
	清管器收发球筒 P=10MPa DN1000	个	2	1		1		
	清管器收发球筒 P=10MPa DN900	个	1		1			
	清管器收发球筒 P=10MPa DN700	个	1				1	
5	过滤分离设备							
	旋风分离器	台	13		6	2	5	
	过滤分离器	台	11	6			5	
6	放空设备							
	放空立管 DN400 DN500；阀室h=10m，站场 h=15m。	个	15	1	1	1	1	11

2.2.7　公用工程

2.2.7.1　自控系统

川气东送二线管道工程采用以工业控制计算机为核心的监控与数据采集系统(SCADA)。由国家管网生产经营本部油气调控中心(以下简称“调控中心”)的北京主调控中心作为主调度控制中心，廊坊备用调控中心作为备用调度控制中心，负责对该管道的集中监控、优化运行和统一调度管理。

各站场站设置站控制系统(SCS)，在需要进行远控的监控阀室设置远程终端装置 RTU，由 SCADA 调度控制中心负责对输气管道各站、监控阀室及阴极保护站等远距离数据采集、监视控制、安全保护和统一调控管理。

调控中心可向各站控系统发出指令，由站控系统完成控制功能，调控中心将管道的生产运行数据传至西南管道公司。调控中心通过通信系统实现资源共享、信息实时采集和集中处理。川气东送二线应实现“集中调控、无人值守、远程诊断、集中维护”的总体控制水平。

整个输气管道工程 SCADA 系统的控制分为三级：第一级为调度控制中

心级，第二级为站场控制级，第三级为就地控制级。

2.2.7.2　通信

川气东送二线川渝鄂段管道基本与川一线并行，管道与川一线并行段各站、中贵线铜梁站互联互通。由于本工程沿线站场基本为新建/邻建，因此通信系统以自建为主，通过接入已建管道通信网向上级管理单位传输。

本工程采用光纤通信为主用通信方式，备用通信方式采用 VSAT 卫星通信。

2.2.7.3　供配电

(1)　威远首站：双回电源均引自 110kV 威南变电站 35kV 侧不同母线段考虑，35kV 架空线路采用 LJ/G1B-240，单回供电距离约 5km。

(2)　泸县首站：双回 110kV 电源引自望龙 220kV 变电站 110kV 侧不同母线段考虑，110kV 架空线路采用 LJ/G1B-240，单回供电距离约 30km。

(3)　内江注入站：采用 10kV 公网 T 接电源方式。10kV 架空线路采用 JL/G1B-50，线路长度按 5km 考虑。

(4)　铜梁压气站：双回电源引自 220kV 文曲变电站 110kV 侧不同母线段，110kV 架空线路采用 JL/G1B-240，单回供电距离约 15km。铜梁压气站站内建 110/10kV 变电站一座，主变容量 2×40000kVA。

铜梁压气站设置屋顶光伏发电系统，与综合值班室低压配电系统并网运行，自发自用，不配置储能装置。

(5)　B 类监控阀室：正常情况下，太阳光伏电源为阀室提供工作电源当蓄电池低电压报警，太阳能光伏电源无法正常工作时，运行维护人员可携带柴油发电机为蓄电池充电并带负载运行。

本工程环境影响评价内容不包括供配电工程的环境影响评价。

2.2.7.4　防腐

线路管道的外防腐采用三层 PE 常温型加强级外防腐层加强制电流阴极保护的联合保护方案。为检测管道阴极保护参数，在线路管道上设置多种类型的阴极保护测试桩。采用带状锌牺牲阳极作临时阴极保护。对受交流影响的区段采取干扰防护措施以减缓其对管道的影响。

站内地面设备、管道采用涂装防腐涂料的方案防腐；站内埋地管道防腐采用以三层 PE 加强级外防腐层为主的方式。为了增加本工程站内工艺管

道的安全性、抑制埋地管道电化学腐蚀的发生，全部的工艺站场实施区域性阴极保护。

本段管线共需设置 4 座阴极保护站，阴极保护站具体分布情况见表 2.2-12。本项目线路管道阴极保护站电源采用 220V 交流电源。

表 2.2-12 阴极保护站设置位置

阴极保护站编号	站场(阀室)名称	里程(km)	间距(km)	备注
CPS-1	泸县首站	0	—	起点，保护干线及相关支干线
CPS-2	威远首站	0	—	起点，保护干线
CPS-3	内江注入站	81.52	81.52	保护干线
CPS-4	铜梁压气站	177.31	95.79	保护干线及大足支干线

2.2.7.5 采暖

站内无工艺用热，建筑单体不考虑供暖，主要是夏季空调。各站场用于值守、工作、生活的房间均设置分体空调，用于夏季制冷。站场上的机柜间、控制室、UPS 间也设置分体空调，保证室内参数要求。

2.2.8 给排水

1) 给水系统

拟建工程威远首站、泸县首站以及铜梁压气站用水均依托当地城镇自来水管道供水。内江注入站附近无自来水管道可依托，考虑到其为无人值守站，站内用水仅为工艺设备外壁擦洗用水，用水量仅为 1～3m^3/次，1 次/2 周，1h/次，用水量小，使用频率低，拟采用罐车临时拉运的方式解决其用水问题，站内不设固定给水设施。

2) 排水情况

各站排水主要为值班人员办公产生的生活污水。各站场生活污水经新建地埋式 MBR 一体化污水处理设备处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2020)中的城市绿化标准后，回用于站内绿化，多余污水送至附近生活污水处理厂处理；内江注入站为无人值守站，无生活污水。

2.2.9 消防

1) 消防方案

拟建工程威远首站、泸县首站以及铜梁压气站为四级站场，设消防给水系统；内江注入站为五级站，不设消防给水系统；阀室等级低于五级站，也不设消防给水系统。

沿线各输气站场及阀室等可能发生火灾的各类场所，按其火灾危险性、区域大小、火灾类型等实际情况，分别设置一定数量、不同类型及规格的灭火器材，以扑灭初期零星火灾。与地方消防部门紧密联系，设消防报警电话，最大可能地借用当地的消防力量。

2) 消防给水系统

(1) 室外消防给水管道及消火栓设置

工艺装置区、压缩机厂房、110/10kV 变电站、综合设备间及库房等建筑物设室外消火给水系统。室外消火栓给水管道由消防泵房引出，主管管径为 DN200，在室外主要工艺装置区(包括压缩机区)周围成环状布置，并在环状管网上适当位置设置一定数量的自泄式地上式消火栓。

(2) 室内消防给水管道及消火栓设置

压缩机厂房、综合设备间及库房设室内消火栓给水系统。其中，压缩机厂房选用落地式单栓室内消火栓箱，综合设备间及库房选用普通型单栓室内消火栓箱。

2.2.10 拆迁情况

本工程涉及拆迁房屋面积 9696㎡，其中线路拆迁房屋 2682㎡，站场拆迁房屋 7014㎡。具体情况见表 2.2-13。

2.2-13 工程房屋拆迁情况

类型	单位	威远县	市中区	东兴区	泸县	隆昌市	安岳县	大足区	铜梁区	合计
线路	㎡	180	260	500	160	260	190	552	580	2682
站场	㎡	7014								
合计	㎡	9696								

2.2.11 定员

本工程全线采用 SCADA 系统，实行集中控制、站控、就地控制三级控制方式，自动化水平高。为了保证运行管理的可靠性，在威远首站、泸县首站和铜梁压气站各新增定员 20 人，共 60 人。内江注入站为无人值守站。

表 2.2-14　站场人员定员

序号	站场	定员	备注
1	威远首站	20	
2	泸县首站	20	
3	内江注入站	0	无人值守站
4	铜梁压气站	20	
合计		60	

2.2.12　施工安排

工程计划于 2023 年 6 月开工，主体工程预计 2024 年 12 月完工。

3 工程分析

工程建设对环境的影响可以从施工期和运行期两个阶段来考虑。施工期对环境的影响主要表现为各种施工活动对生态环境的影响；运行期对环境的影响主要是各站场排污，如生活污水、生活垃圾、站场无组织排放的烃类气体、冷排天然气、压缩机等设备运行产生的噪声等对环境的影响。

3.1 施工期环境影响分析

3.1.1 施工过程分析

管道施工一般由线路施工和站场施工组成，整个施工过程由具有相应施工机械设备的专业化施工队伍完成。管道施工过程见图 3.1-1，其过程概述如下：

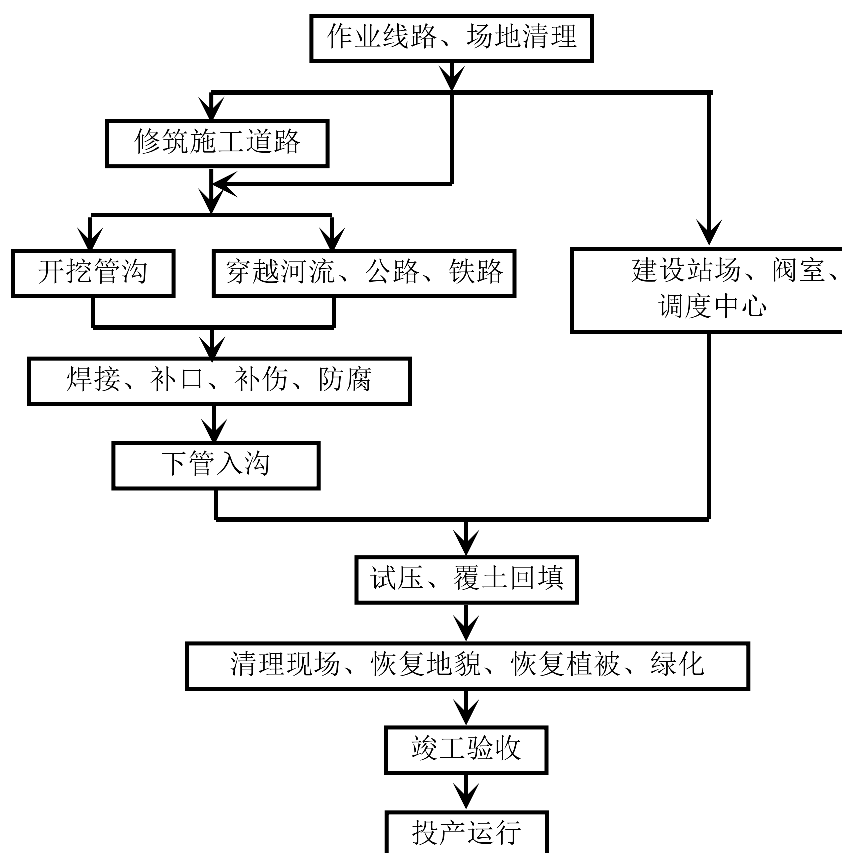


图 3.1-1 管道建设施工过程

1） 在线路施工时，首先要清理施工现场，并修建必要的施工道路(以

便施工人员、施工车辆和各种材料等进入施工场地)；在完成管沟开挖、铁路、公路穿越、河流穿越等基础工作以后，按照施工规范，将运到现场的管道进行焊接、补口、补伤、防腐处理，然后下到管沟内。

2） 建设工艺站场时，首先要清理场地，然后安装工艺装置，并配套建设相应的辅助设施。

3） 以上建设完成以后，对管道进行分段试压，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌和地表植被。

3.1.2 施工期环境影响分析

从管道施工过程可以看出，施工期对环境的影响主要来自管沟开挖、施工便道建设活动中施工机械、车辆和人员践踏等对土壤的扰动和植被的破坏；工程占地对土地利用类型以及农、林业生产的影响；河流、沟渠等穿越工程对地表水体质量和水体使用功能的影响；隧道穿越工程产生的弃渣可能引起的水土流失等。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水、施工人员的生活污水等，也将对环境产生一定的影响。

3.1.2.1 生态环境影响分析

1） 施工作业带清理、管沟开挖和道路建设的影响

管道工程施工过程中的作业带清理、施工便道的建设以及管沟开挖作业总是同时进行的，在此期间所产生的渣土可以互相利用，其对生态环境的影响也大致相同。但是，不同地貌区段的施工活动所产生的影响也不尽相同。

(1) 施工作业带清理、管沟开挖

管道施工前，首先要对施工作业带进行清理和平整，以便施工人员、车辆和机械通行，然后才能进行管沟开挖作业。管径 D1219mm 一般段管道作业带宽度为 28m，经济作物、林地等作业带宽度为 26m。管径 D1016mm 管道一般施工作业带宽度为 26m，经济作物、林地、水源地保护区等作业带宽度为 24m。

工程经过的四川(威远县首站～安岳县李家镇段)重庆段(安岳县李家镇段～铜梁旧县镇段)地貌以浅丘和缓丘为主，地势有一定起伏，局部分布林地，主要为公益林。由于管道沿线的丘陵和缓丘海拔不高，施工均采用

开挖沟埋的方式。施工过程中会对地表植被造成破坏，管线穿越林地段施工作业带范围内的植被将会被全部清除，且施工结束后管线中心线两侧各5m范围内将不得种植深根性植物，因此施工结束后，将形成一条10m左右宽的廊带。

开挖管沟是施工期对生态环境影响的最主要活动。本管道主要采用沟埋方式敷设，管沟开挖及布管实景见图3.1-2。

施工中整个施工作业带范围内的土壤和植被都会受到扰动或破坏，尤其是在管沟两侧约5m的范围内，植被破坏严重；开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。管道线路施工中，敷设管道过程将会因置换而产生一部分弃土方，这些弃土将会对生态环境产生一定的影响，此外山区段施工作业带平整也将产生弃石方，弃土石倘若堆放不当，则容易引发水土流失。



图3.1-2 国内同类工程管线开挖实景图片

(2) 施工道路建设

施工便道建设是管道施工期间对生态环境产生影响的主要活动之一。该过程常会破坏表层土的土壤结构和理化性质、毁坏植被和破坏动物的生

存环境等。因此，施工过程中要尽量充分利用现有道路(包含乡村路)，对于无乡村道路至管线位置的部分地段，可以在适当位置临时修筑一定长度的施工便道来满足施工要求。

施工便道修建原则如下：

(1) 综合考虑管道施工的工效，布置进场道路用于连通地方公路和管道作业带，确保设备和运管车辆能够高效抵达作业带，提高运管和布管效率。

(2) 是否修建进场道路，应根据管道沿线的环境敏感区情况、交通状况和地形地貌条件，综合分析能否满足管道施工车辆、设备和管材进场。

(3) 确定修建进场道路路段后，应根据沿线农作物和机耕路分布情况布置进场路路由。

(4) 进场道路尽可能利用现有公路或对现有土路、机耕道进行整修，少占农田，以降低地貌恢复难度和建设成本。

(5) 进场道路设计应充分考虑现有道路的状况、道路拓宽和地貌恢复的难度，灵活运用设计指标，做到经济、适用相统一。

(6) 进场道路占压农田、林地或草地时，应对表土剥离集中堆放，尽量不要在农田撒铺碎石等筑路材料，可采用木排垫层+土工布+袋装土的形式，以确保施工结束后便于复耕。

(7) 修建进场道路两侧应开挖土质边沟，以便于道路排水和防止设备碾压农田，开挖的土方摊铺至进场道路，不单独设置渣场。

(8) 施工结束后，及时恢复施工便道为原土地利用类型。

2) 管道穿越工程的影响

本管道的穿越工程包括河流、公路、铁路和沟渠穿越。穿越方式包括隧道、定向钻和大开挖；等级公路穿越主要采用顶管方式穿越，管道穿越Ⅱ级以下公路及普通乡间公路时，对于路面较好的、车流量大的道路采用顶管方式穿越，其他采用开挖加套管方式穿越；铁路穿越采用顶进箱涵穿越、顶进钢筋混凝土套管穿越或桥下开挖穿越方式施工，穿越工程将会对穿越点附近的生态环境产生一定的影响。

(1) 钻爆隧道穿越沱江

沱江穿越工程采用钻爆隧道方式。隧道内按架空方式敷设 1 根 D1016 mm

输气管道，管道隧道内敷设方式详见图 3.1-3。

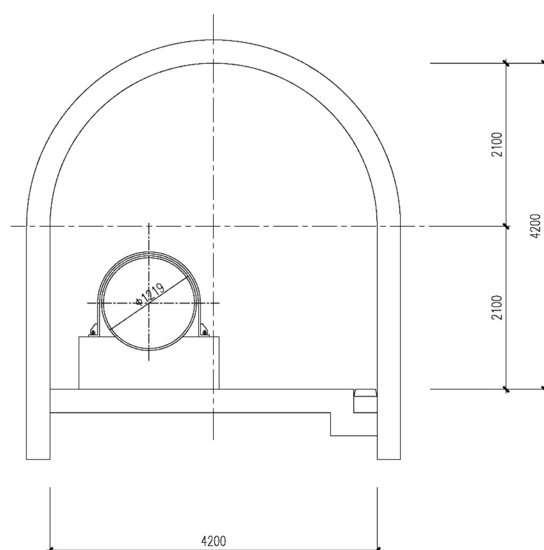


图 3.1-3　隧道内管道布置型式图

隧道洞身断面考虑满足管道安装、焊接、排水、维护、施工等空间要求，综合考虑施工机械、运输、通风等因素，结合本隧道工程地形地质条件以及建设单位的意见拟采用直墙-圆拱型断面净空断面。隧道等级按 1 级考虑，使用年限为 100 年。隧道防水等级为四级，混凝土抗渗等级不低于 P6。本隧道结构衬砌采用复合式衬砌(初期支护+喷锚衬砌)。

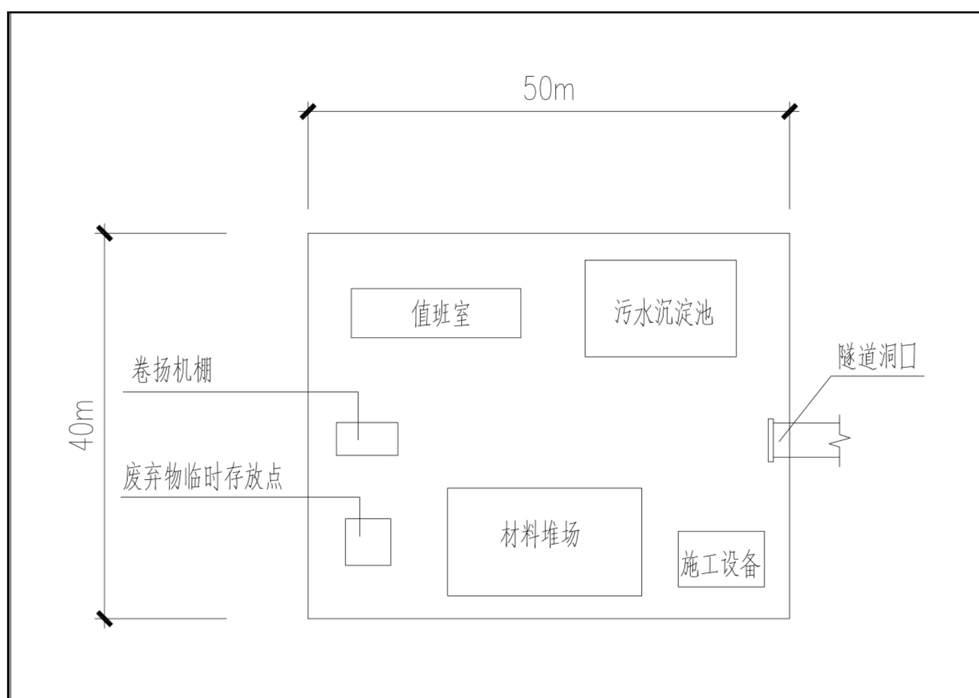


图 3.1-4　隧道施工场地平面布置图

(2)　定向钻穿越河流

定向钻穿越是目前较为常见的技术方法，是应用垂直钻井中所采用的定向钻技术发展起来的，主要包括钻机、动力源、泥浆系统、钻具、控向测量仪器及重型吊车、推土机等辅助设备。其穿越施工场地要求较大，一般场地长度应满足穿越管段的组装要求，对运输车辆和道路也有一定的要求。一般定向钻施工的出、入场地平面布置见图 3.1-4～图 3.1-5。

定向钻穿越施工方法是先用定向钻机钻一导向孔，当钻头在对岸出土后，撤回钻杆，并在出土端连接一个根据穿越管径而定的扩孔器和穿越管段。在扩孔器转动(配以高压泥浆冲切)进行扩孔的同时，钻台上的活动卡盘向上移动，拉动扩孔器和管段前进，使管段敷设在扩大了的孔中，详见图 3.1-6～图 3.1-8。

定向钻穿越可常年施工，不受季节限制；工期短，质量好，不影响河流通航和防洪，可保证埋深；对水生生物和河流水质均不会造成影响。但定向钻施工也会产生一些环境问题，主要包括施工场地的临时占地、施工现场的钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生废弃泥浆和钻屑。施工所用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)、Na_2CO_3，呈弱碱性。钻屑和废弃泥浆

一旦进入水体会使河水中悬浮物显著升高，其他影响较小。对废泥浆的处置一般采用异地自然干化后覆土掩埋恢复种植的方法；对于废钻屑，最后与干化泥浆一起送政府主管部门指定地点填埋，对周围环境和水体水质影响不大。



3.1-4　入土场地示意图

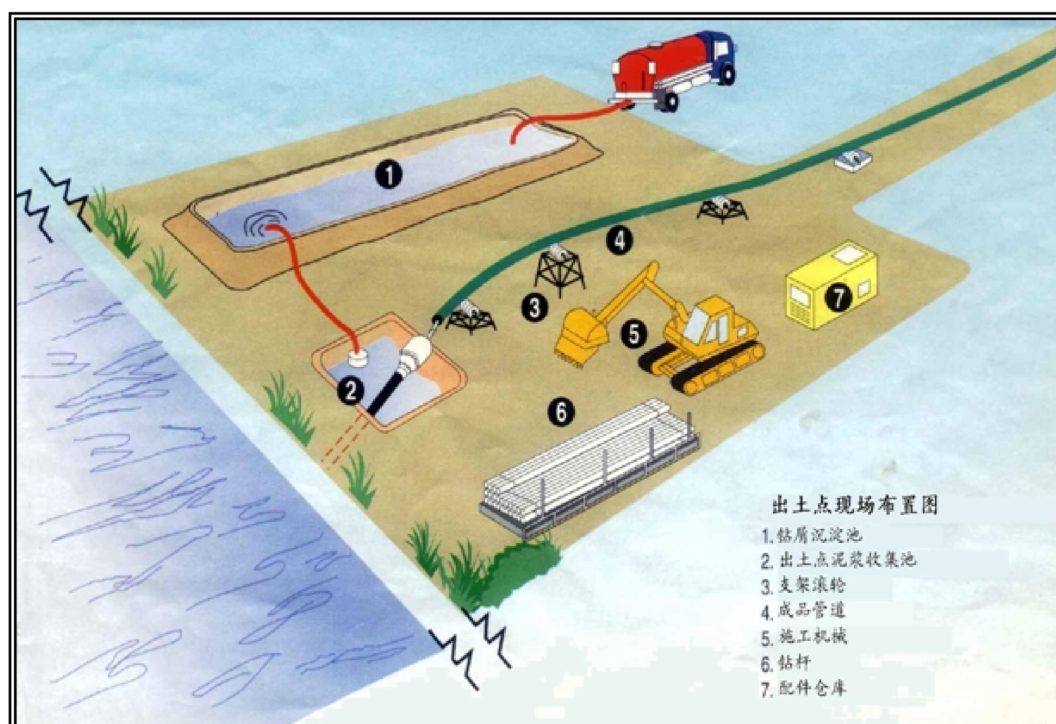


图 3.1-5　出土场地示意图

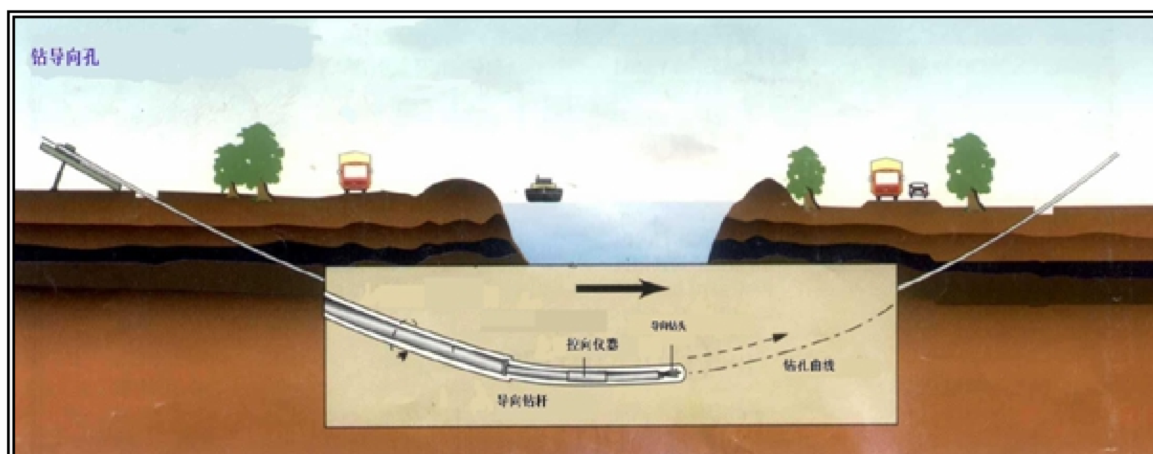


图 3.1-6　钻导向孔示意图

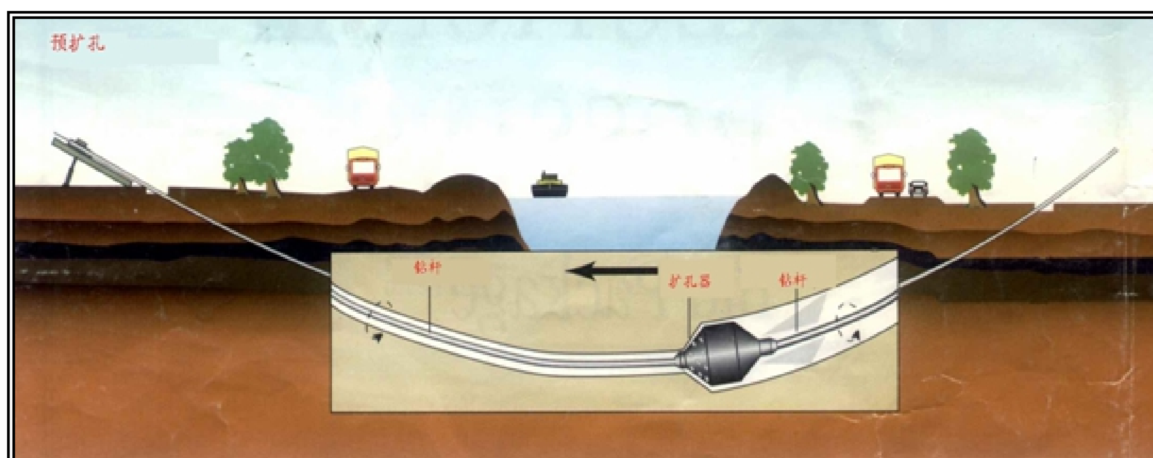


图 3.1-7　预扩孔示意图

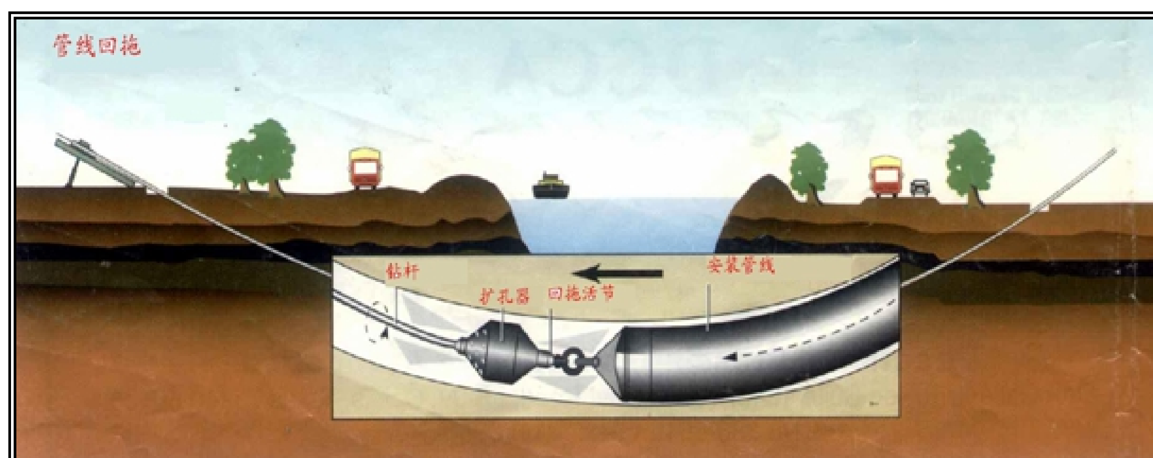


图 3.1-8　管线回拖示意图

(3)　一般线路段大开挖穿越河流施工流程及示意

开挖方式适合于河水较浅，水流量较小，河漫滩较宽阔，管沟开挖成

沟容易，河床底层较稳定的河流。

大开挖施工作业一般选在枯水期进行，枯水期施工无需导流、围堰和降水等措施。若确需在有水时施工，需采取围堰导流方式施工(见图 3.1-9～3.1-11)：

① 首先开挖导流渠，其横断面根据河水流量情况确定。

② 完成导流沟开挖后，立即进行围堰施工，围堰形式可以采用草袋围堰、草土围堰、竹笼围堰等，根据穿越地段的土质情况、管道埋深和河流流向，确定河流上游和下游两道围堰之间的距离，围堰尺寸分别为：顶宽 3～5m，坡度为 1：1～1：1.5，堰高应高于河面 1m～1.5m。

③ 考虑到坝的防渗功能，可在两条坝的迎水面上用无纺布作防渗层。

④ 在完成围堰施工后，立即采用水泵进行抽水，将上、下游堰体内的积水排到堰外。

⑤ 开挖管沟，并进行管道焊接、安装施工：采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在河流最大冲刷层以下 1m。

⑥ 最后进行管沟回填(回填物由下至上由细到粗，两岸陡坡设浆砌块石护岸)、围堰拆除、导流沟回填，恢复原貌。并需通过环保、水利等相关部门现场验收。

其中围堰拆除要求为：管沟回填完成后，先拆除下游围堰，并将围堰土推到河岸边缘，然后拆除上游围堰，上游围堰宜用单斗采用后退方法进行拆除，将堰体土用于回填导流沟，或根据环保或水利部门要求外运或另行处理。开挖方式施工工艺简单、工期短。仅施工时对河道和环境有影响，完工后恢复原貌后，可消除影响。

大开挖穿越河流的影响主要表现为增加河水的泥沙含量，进而增加河水的悬浮物含量，从而影响河水水质；管沟回填后，多余的土石方处置不当，有可能会造成水土流失或阻塞河道。

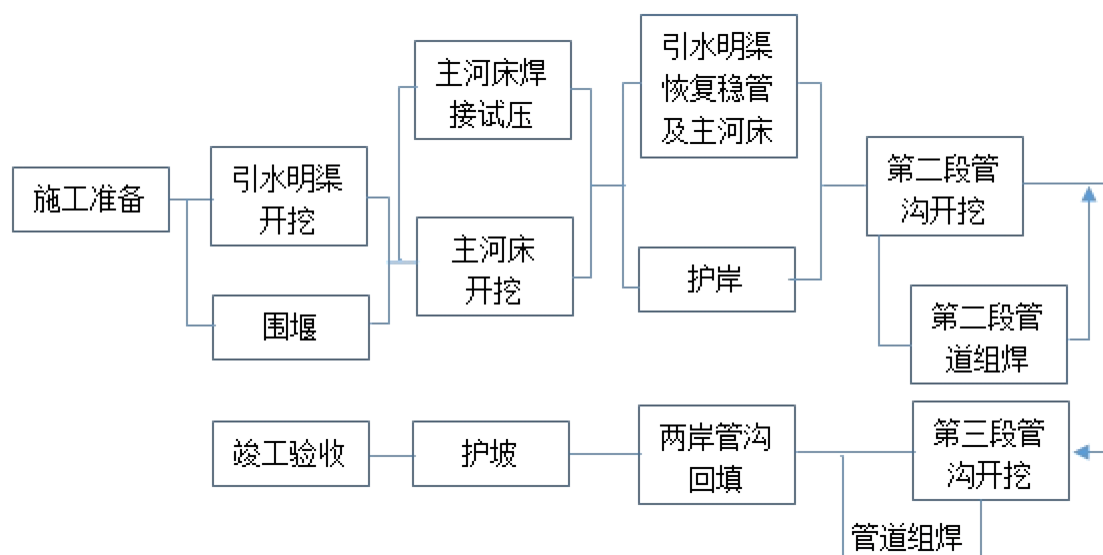


图 3.1-9　大开挖(围堰导流)穿越河流施工流程

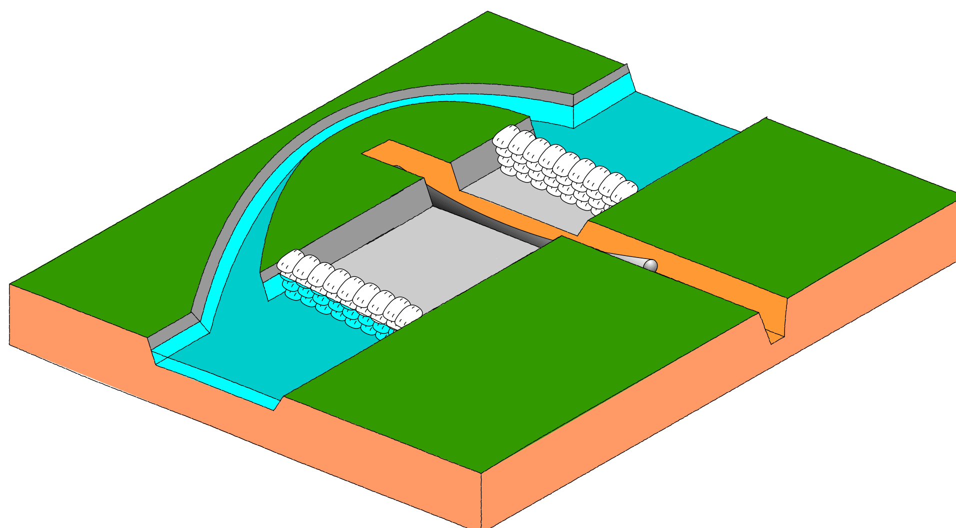


图 3.1-10　大开挖(围堰导流)穿越河流示意图

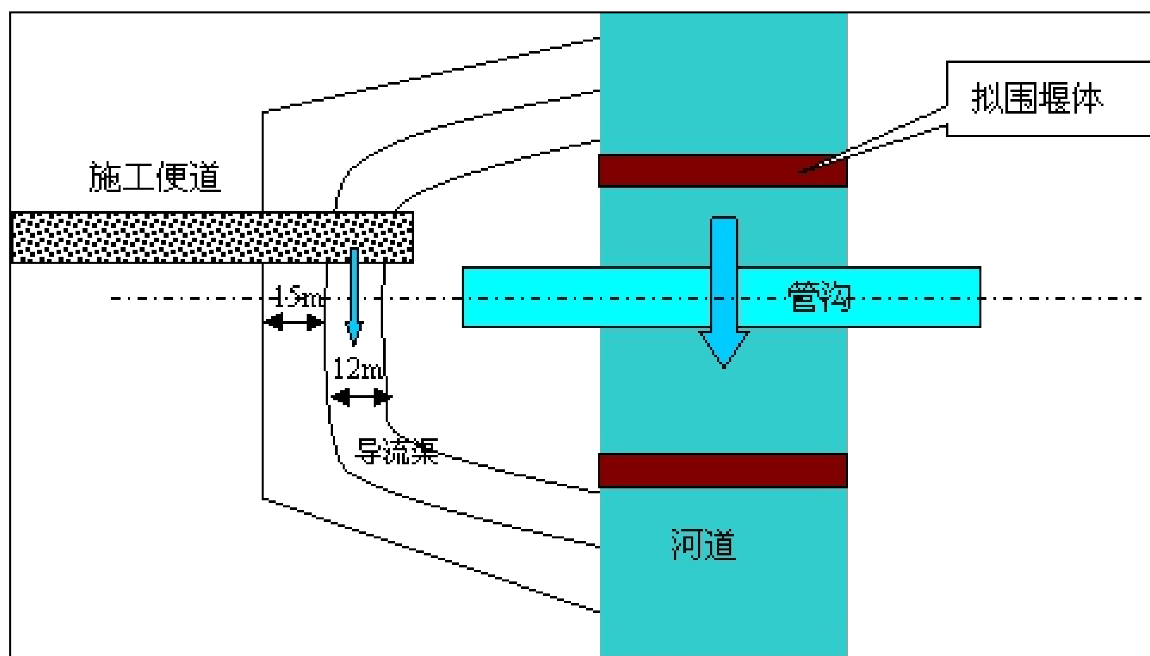


图 3.1-11　围堰导流开挖河道施工平面布置

(5)　公路穿越

管道沿线乡道以上公路均作为交通主干道使用，乡道以上公路穿越均采用顶管方式，其中公路桥下穿越采用开挖+套管/盖板的方式，乡村级水泥或沥青路面，根据路面宽度，通行车辆类型及通行量，选用开挖+套管/盖板涵/盖板形式穿越，对于其他乡村道路和机耕路等，主要为砂石路面或土路，根据道路宽度、交通量和可能通行的车辆载重，采取适当的保护措施，如加大埋深或铺设盖板方式。

顶管法可分为一般顶管和泥水平衡顶管，一般顶管法施工是在地下工作坑内，借助顶进设备的顶力将管道逐渐顶入土中，并将阻挡管道向前顶进的土壤，从管内用人工或机械挖出。这种方法比开槽挖土减少了大量的土方，并节约施工用地，特别是要穿越建筑物时，采用此法更为有利。施工中除产生少量的弃土外，对环境影响不大。穿越低等级公路时，采用大开挖方式施工，将造成短时交通影响和产生少量弃土。

泥水平衡式顶管以泥水压力来平衡土压力和地下水压力，又以泥水作为输送弃土介质的机械自动化顶管施工法。泥水平衡顶管系统主要由顶管机头、地面操作台及其他辅助设备组成，机头内部有 PLC 控制箱，地面操作台队机头给出动作信号控制机头的动作。排泥系统将弃土排除，吊车下

管，由千斤顶将管道分段顶进。随着工具管的推进，刀盘在不断转动，进泥管不断供泥水，排泥管不断将混有弃土的泥水排出泥水舱。顶管穿越方式施工平面布置图见图 3.1-12，一般顶管施工工艺见图 3.1-13，泥水平衡顶管施工工艺见图 3.1-14。

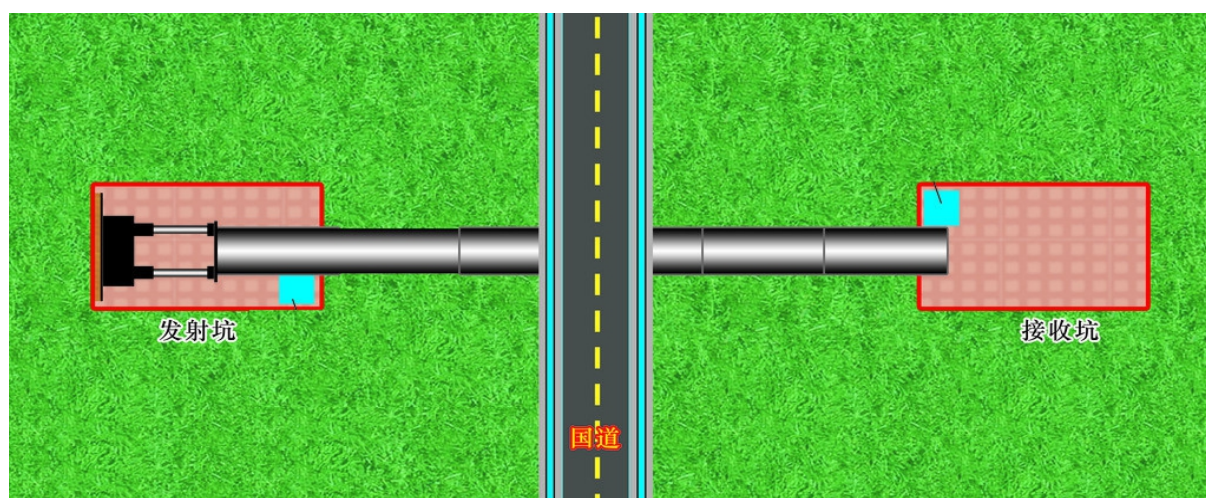


图 3.1-12　顶管穿越公路平面布置示意图

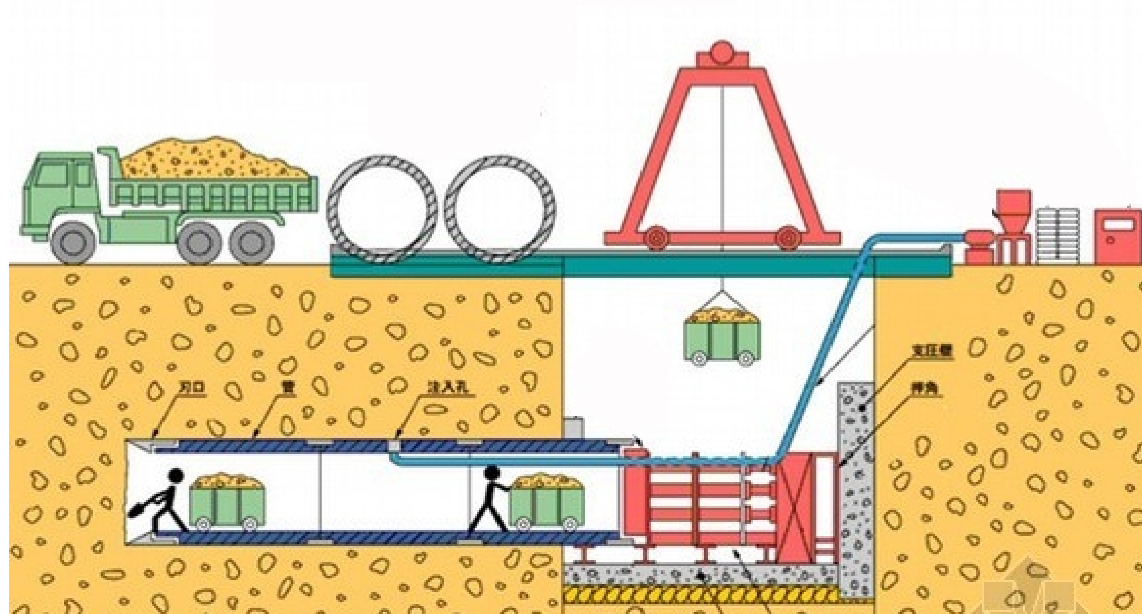


图 3.1-13　一般顶管施工工艺示意图

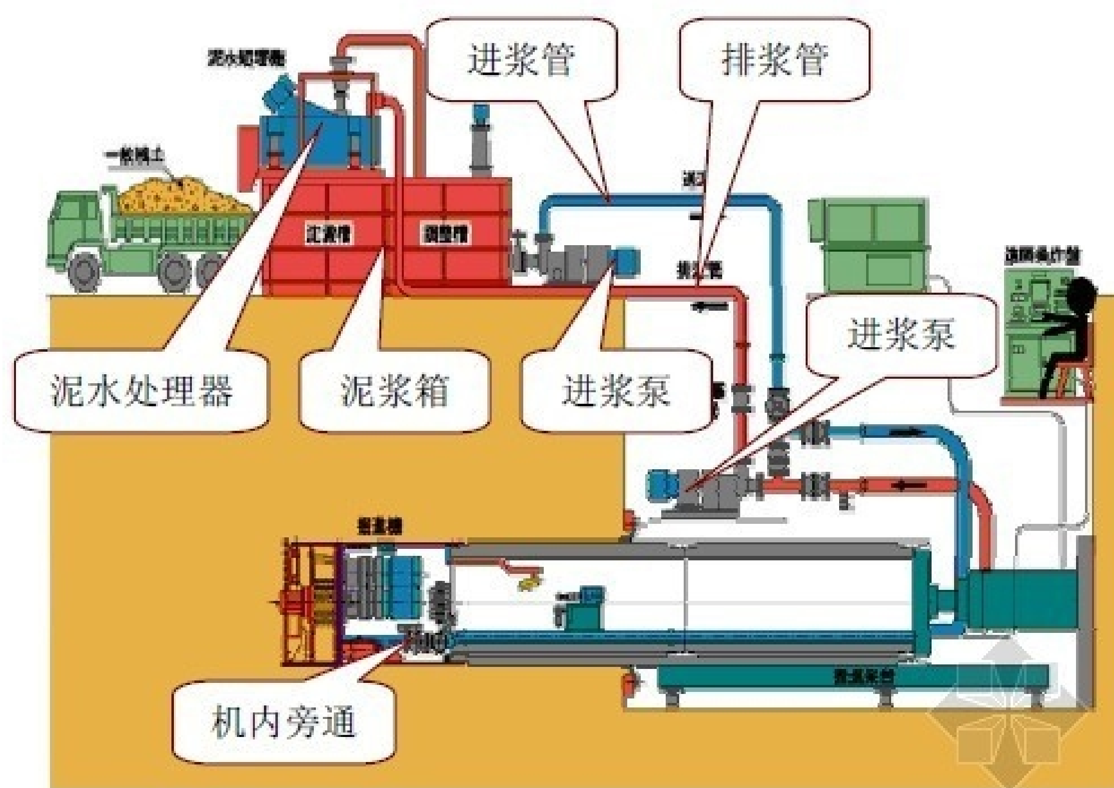


图 3.1-14　泥水平衡法顶管施工工艺示意图

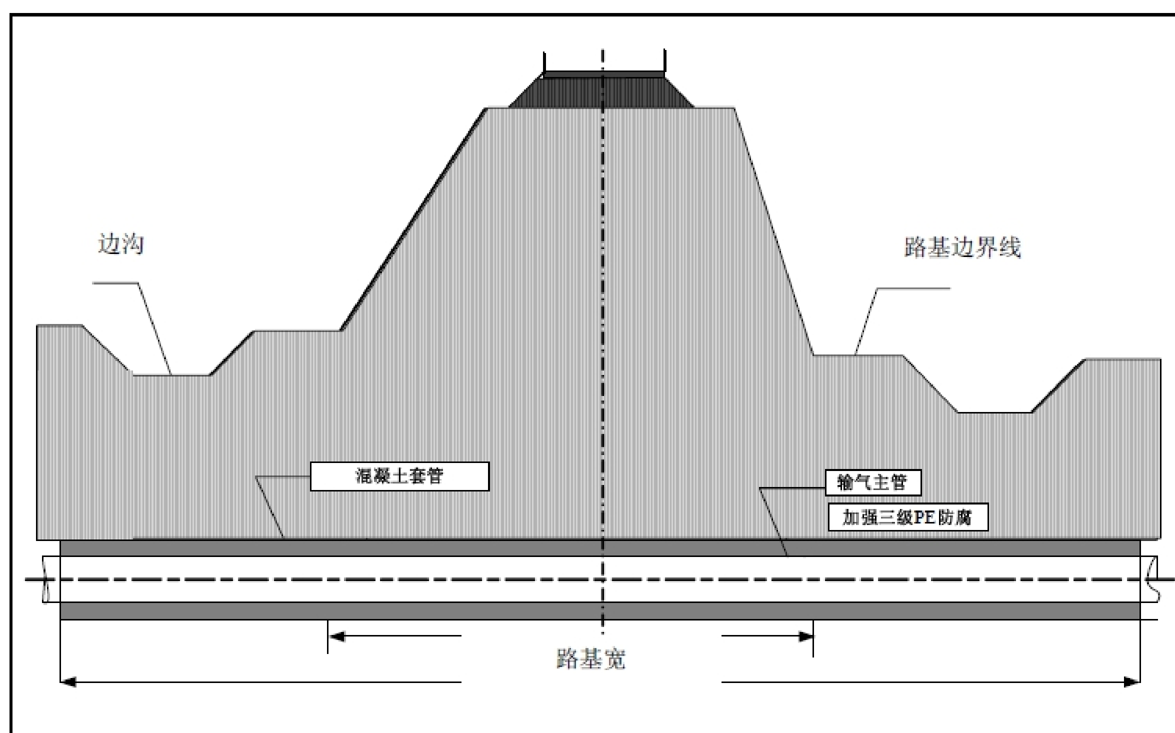


图 3.1-15　管线铁路穿越示意图

(6)　铁路穿越

铁路穿越采用顶进箱涵穿越、顶进钢筋混凝土套管穿越或桥下开挖穿越方式。

顶管方法施工(见图 3.1-15)，顶进套管穿越铁路时，采用填充套管方式，填充物可采用砂或泥浆等材料。工程主要产生少量的多余土方，可以平铺撒在周边地面上，对环境影响不大。

3） 工程占地

工程占地分为永久占地和临时占地，其中临时性占地主要用于施工时管道的埋设、堆料场以及施工便道的建设；永久性占地主要用于新建的站场和阀室、隧道及顶管穿越的竖井井口、线路三桩占地等。占地类型主要为耕地、林地、草地等。永久占地将改变土地利用性质，对环境产生一定的影响。临时占地在施工期将会对环境产生影响，工程结束后对临时占地进行生态恢复，可以将其对环境的影响降至最低。

4） 施工营地

经调查，本工程穿越敏感区段及其它一般线路段均有就近的村庄和居民区可以依托。根据隧道工程施工特殊需要，现场可设置办公值守等临时房屋。

根据以往经验，租用民房不设置施工营地的，施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，施工期生活污水对沿线环境的影响比较小。

3.1.2.2 水环境影响分析

1） 管道试压

管道工程清管、试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用，试压用水重复利用率可达 80%以上。本工程管道工程各管段清管试压最大用水量约为 26806m^3，则试压废水排放量约为 5361m^3，主要污染物为悬浮物(≤70mg/L)，沉淀处理后集中拉运至经环保部门同意的地点排放。试压废水禁止排放至具有饮用水功能的地表水体。

2） 施工生活污水

施工人员生活污水产生量按 75L/人•日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据西二线西段施工过程类比调查，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 26m^3/km、7.8kg/km 和 0.78kg/km，则本工程一般地段生活污水产生量为 7352m^3,COD 排放量为 2206kg,氨氮排

放量 220.6kg。施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，局部排放量很小。

3) 隧道涌水

(1) 涌水处理

沱江河流隧道工程，在竖井施工、水平井掘进的过程中会产生一定的涌水。根据类比，隧道施工涌水中的主要污染物为悬浮物。管道工程隧道作业面小，涌水量一般较少。涌水首先排入临时施工场地沉淀池内，经沉淀加入 pH 调节剂调整到 6-9 后，将污水用罐车转运至污水处理厂处置(最近的资中县银山镇生活污水处理厂距离 5km)，禁止在水源保护区内排放。

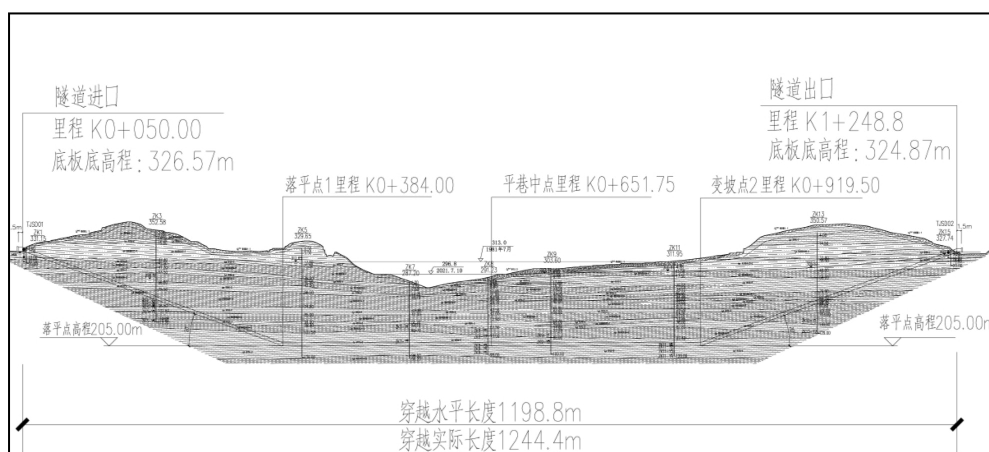


图 3.1-16 沱江钻爆隧道纵断面图

沱江隧道平巷在河床下最小覆盖层厚度为 75m，平巷均位于侏罗系沙溪庙组微风化泥质粉砂岩及砂岩互层中。隔水岩层最小厚度超过 72m，有效防止了沱江江水与隧道的贯通，较好地保证隧道施工安全。

(2) 隧道涌水防范

A.超前探水

为保证隧道施工安全、顺利贯通，隧道勘察设计工作采取动态模式，即根据隧道施工过程中揭示的具体地质条件，及时优化、变更设计，以利于隧道施工。

超前地质预报可采取的方法有：综合地质法(地质调查法+洞内涌突水的实时监测)、物探法(地震波地质探测仪+红外探水+地质雷达)、超前钻探法(Φ75 超前钻孔+每循环加深炮眼)。

超前钻探法(长探)：采用Φ75 超前钻孔，每次探测长度 50m，每循环保留隔水岩层 20m(即探测 50m，开挖 30m；再继续探测 50m，依次循环)，探测隧道开挖前进方向安全范围内地下水情况。。

加深炮眼(短探)：在炮眼钻进中，增加拱顶、腰部、底板等关键部位的加深炮眼(普通炮眼 1.5m-2.0m；加深炮眼 5m 左右)，近距离探测隧道开挖面周边地下水情况。

B.注浆堵水

通过超前预探及加深炮眼探测出的涌水情况，根据具体地质情况和水量大小，可分别采用高压注浆、帷幕注浆、径向注浆、双液注浆等措施进行封堵。将地下水封闭在隧道开挖范围 5m 以外，以保证隧道施工中人员与机械设备的安全。隧道内通过治水措施处理后，每天出水量应保证在不超过 10m³。

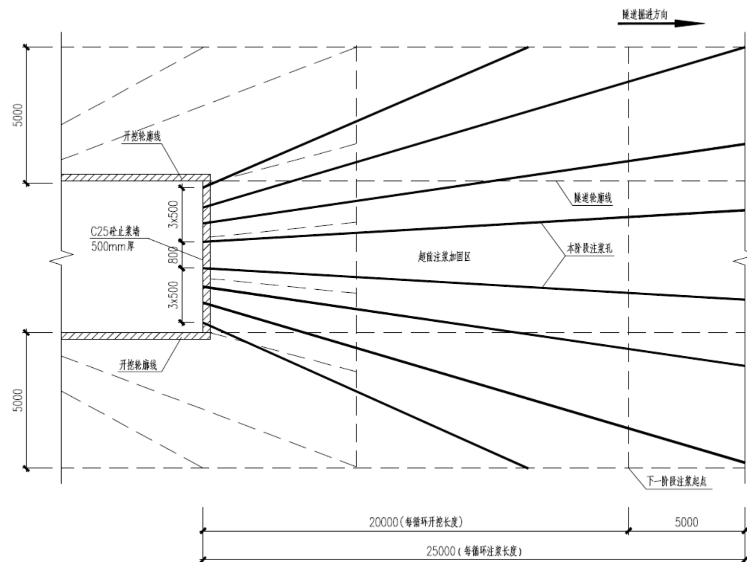


图 3.1-17　沱江钻爆隧道全断面帷幕注浆示意图

3.1.2.3　环境空气影响分析

1)　施工废气

管线在顶管穿越、定向钻穿越、隧道等大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将产生燃烧烟气(主要污染物为 SO_2 和 NO_x 等)，但是施工现场处在有利于废气扩散的野外，同时废气污染源具有间歇性和流动性，对局部地区的环境空气影响较轻。

2)　施工扬尘

施工扬尘主要产生于站场建设、阀室建设、钻爆隧道、场地清理、地面开挖、填埋、土石方堆放以及车辆运输过程。施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大，随着风速的增大，施工扬尘的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

汽车运输也会产生扬尘污染，其扬尘量、粒径大小等与多种因素相关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量和天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快，其影响范围主要集中在运输道路两侧，如果采用硬化道路、道路定时撒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

3.1.2.4　声环境影响分析

施工过程中的噪声主要来自施工机械、设备和运输车辆。目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、吊管机、各类电焊机、柴油发电机组等。各种施工机械及车辆的噪声情况参见表 3.1-1(表中数值为某输气管道施工现场测试值)。

表 3.1-1　管道工程施工机械噪声类比值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98

由于管道属于线性工程，局部地段的施工周期较短，施工期噪声只是短时间对局部环境产生影响。

3.1.2.5　固体废物环境影响分析

施工期产生的固体废物主要来源于管沟开挖、管道穿跨越工程、焊接、防腐等过程产生的施工废料、废弃泥浆、工程弃土、弃渣和施工人员产生的生活垃圾。

1）　施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土、废土石料等。根据类比调查，施工废料的产生量约为0.2t/km，本工程施工过程产生的施工废料量约为57t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

2）　生活垃圾

根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为380kg/km，新建管道长282.77km，则一般线路生活垃圾产生量约107.4t。在采用钻爆隧道施工时，生活垃圾的产生量为5500kg/km。本工程新建隧道长约1.20km，产生垃圾约6.6t。总体上，施工期施工人员产生的生活垃圾约为114t，这些垃圾经收集后，送至指定地点填埋处理。

3）　废弃泥浆

本工程部分大、中型河流穿越采用定向钻等技术。定向钻穿越大中型河流和沟渠的施工过程中需使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量Na_2CO_3，呈弱碱性，对土壤的渗透性差。施工过程中泥浆可重复利用；到施工结束后剩余泥浆(约为泥浆总量的40%)，经pH调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，固化处理后外运至当地环保部门许可或指定的地点填埋。

表3.1-2　废弃泥浆产生量估算

序号	穿跨越方式	次数	长度(m)	废弃泥浆量(m^3)	干重(t)
1	河流定向钻	3	2417	1136	113.6
2	钻爆隧道	1	1244	584	58.4
合计				1720	172

4）　工程弃土、弃渣

施工过程中的弃土、弃渣主要来自管沟开挖、穿跨越、隧道工程、修建施工便道以及输气工艺站场、阀室。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。

(1) 线路工程作业带在耕作区开挖时，熟土(表层耕作土)和生土(下层土)分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。

(2) 围堰大开挖在枯水期施工，围堰工程量小且标准较低。开挖时需要在河流的上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

(3) 顶管方式穿越等级公路以及铁路时，会产生多余土方。该部分多余土方主要为泥土和碎石，用于地方乡道建设填料或道路护坡，无弃方。

(4) 钻爆隧道穿越沱江时，产生弃土弃渣约$2.78\times10^4m^3$，本着能用少弃，运至社会第三方弃渣场消纳场，全部利用。

(5) 部分输气站场位于坡顶，需要削坡填平，可以基本实现挖填平衡，无弃土弃渣场。

本工程土石方平衡情况见表 3.1-3。

表 3.1-3　本工程土石方平衡表

项目分区	挖方（10^4m^3）			填方（10^4m^3）			调入（10^4m^3）				调出（10^4m^3）				弃方（10^4m^3）			
	表土	生土	小计	表土	生土	小计	表土	生土	小计	来源	表土	生土	小计	去向	表土	生土	小计	去向
管道作业带区	62.89	262.66	325.55	70.63	262.18	332.81	7.74	29.70	37.44	表土为站场阀室多余表土，生土为站场阀室挖方、桩基础挖方、围堰拆除回填土		30.19	30.19	站场阀室填土、围堰填土				
站场阀室区	5.98	26.43	32.41	0.62	26.91	27.54		1.34	1.34	管道作业带挖方	5.36	0.85	6.21	管道作业带回填				
河流及沟渠穿越区	0.94	73.63	74.57	0.94	70.84	71.79		28.85	28.85	管道作业带挖方		28.85	28.85	管道作业带、站场回填		2.78	2.78	社会第三方弃渣消纳场
公路及铁路穿越区	8.26	83.87	92.13	8.26	83.87	92.13												
施工便道区	13.33	24.02	37.35	10.95	24.02	34.97					2.38		2.38	管道作业带回填				
弃渣场区										阀室多余表土回填								
合计	91.41	470.61	562.01	91.41	467.83	559.23	7.74	59.89	67.63		7.74	59.89	67.63			2.78	2.78	

管道施工期的主要环境影响汇总于表 3.1-4。

表 3.1-4　施工期主要施工活动及其影响一览表

主要施工活动	主要影响	影响范围或产生量
清理施工带、开挖管沟、建设临时施工便道	1）临时占地改变土地使用功能 2）土使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化 3）植被遭到破坏，农业损失、林地被砍伐等 4）弃土处置不当会产生水土流失	影响局限在施工作业带范围内
河流穿越	河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道	产生弃土(用于筑路或修筑护堤)
钻爆隧道	1）扰动河床，改变河床结构。 2）弃渣如果堆积处理不当，将占用土地资源，破坏原有地貌，引起泥石流，产生水土流失。 3）施工废水和隧道涌水如果不加处理随意排放，将污染河流水体，同时影响河流水质。 4）隧道的开挖有可能破坏地下水径流，造成周围地下水位下降，破坏生态。 5)爆破不当，噪声引发对居民生活扰动。	施工穿越段及周边
站场、阀室建设	永久占地改变土地使用功能，使耕地、林地面积减少或影响其他功能	站场征地范围内
管道试压、机械冲洗	水体可能受污染	最大用水量 $2.7\times10^{4}m^{3}$
施工机械、车辆使用	产生噪声、扬尘、汽车尾气、施工机械废气	局部影响
施工人员活动	产生生活污水、生活垃圾	管道沿线作业区范围内

3.2　运行期环境影响分析

运行期环境影响可以从正常运行和事故状态两种工况进行分析。

3.2.1　管道正常运行时的环境影响分析

正常运行期间，本管道工程全线采用密闭输送工艺，因此对环境的影响主要来自沿线各工艺站场的排污。

3.2.1.1　站场工艺与环境影响因素识别分析

本工程设置 4 座工艺站场。各站主要工艺为增压(压气站)、除尘分离、调压、应急放空和清管器收、发球等。各站场污染物排放主要来自各站工艺过程中：

——各压气站压缩机组产生的噪声；

——各站清管(1 次-2 次/年)收球作业将排放一定量的天然气，还将产生少量固体废物；

——各站过滤分离系统将产生少量的粉尘；

——各站场分离器、阀门、汇管、放空管(排放)和管线将产生噪声；

——各站场系统超压或检修(包括分离器检修)时将排放一定量的天然气，站场检修时还将产生少量固体废物；

——生活系统产生少量生活污水和生活垃圾。

3.2.1.2 环境影响分析

1) 环境空气影响分析

根据工艺条件，无工艺用热，且各站场处于夏热冬冷地区，建筑单体无供暖，夏季采用空调和通风设施。

本工程正常工况下排放的废气主要为各站场设备与管线组件密封点无组织挥发的非甲烷总烃。另外，清管作业、分离器检修以及系统超压时也会排放一定量的天然气。

本工程站场放空区布置在站场的全年最小频率风向的上风侧的地势较高处，距站场和周边居民点的距离不小于《石油天然气工程设计规范》GB50183-2004 的规定值。威远首站放空区布置在距离站场西侧 40m 处；泸县首站放空区布置在距离站场西侧地势较高处，距站内设施约 47m；内江注入站放空区布置在站场北侧约 47m 地势较高处；铜梁压气站放空区位于丘顶，地势相对较高，地形略有起伏，自然地貌高程 321.3m。各站新建放空区围墙内沿放空管基础设置 1.5m 宽人行道用于通行。各站放空区总体设置在上风向，保持了与居民安全距离，同时考虑到环境风险，尽量设置在高处，位址选择基本合理。

(1) 清管作业、分离器检修

本管道工程在正常运行期间，管线每年将进行 1 次～2 次清管作业，清管作业时收球筒有极少量的天然气将通过各站场外高 25m/15m、直径 400mm 的放空立管排放，清管收球作业的天然气排放量约为 850m^3/次。

分离器一般每年需要进行 1 次定期检修，分离器检修泄漏的少量天然气将通过工艺站场外的放空系统直接排放。根据类比调查，分离器检修时的天然气排放量约为 1000m^3/次。

(2) 超压放空

系统超压将排放一定量的天然气。天然气超压放空系统放空次数极少，根据有关资料和类比调查，放空频率为 1 次/年～2 次/年，每次持续时间 15min，天然气放空量约 $1.5\times10^4m^3$。

放空排放的天然气中主要成分为甲烷，由本工程输送的天然气性质得知，天然气中 H_2S 含量极少，不点火排放的天然气中主要污染物为总烃。

(3)　无组织排放

本工程各站场正常工况下排放的废气主要为设备与管线组件密封点无组织挥发的非甲烷总烃。

参照《排污许可证申请与核发技术规范 石化工业》(HJ853-2017)中“设备与管线组件密封点泄漏挥发性有机物年许可排放量”中的计算方法，设备与管线组件排放速率参考其中所列的石油化学工业的取值参数，具体见表 3.2-1。各站场设备与管线组件数量情况，站场无组织排放情况详见表 3.2-2。

表 3.2-1　设备与管线组件排放速率($e_{TOC,i}$)取值参数

类型	设备类型	排放速率 $e_{TOC,i}$/(kg/h/排放源)
石油化学工业	气体阀门	0.024
	开口阀或开口管线	0.03
	有机液体阀门	0.036
	法兰或连接件	0.044
	泵、压缩机、搅拌器、泄压设备	0.14
	其他	0.073

表 3.2-2　各站场无组织排放废气污染物汇总

序号	站场名称	阀门		法兰或连接件		泵、压缩机、搅拌器、泄压设备		总烃排放量(kg/a)	NMHC排放量(kg/a)
		数量(个)	排放量(kg/a)	数量(个)	排放量(kg/a)	数量(个)	排放量(kg/a)		
1	威远首站	206	41529.6	228	84268.8	9	10584	409.15	1.23
2	泸县首站	206	41529.6	263	97204.8	8	9408	444.43	1.33
3	内江注入站	52	10483.2	21	7761.6	1	1176	58.26	0.17
4	铜梁压气站	225	45360	265	97944.0	9	10584	461.66	1.38

注：各站场年生产运行时间按 350 天，即 8400h 计。

2)　水环境影响分析

本工程废水主要来自各个工艺站场新增员工产生的生活污水。

生活污水主要污染物为COD、氨氮等，浓度分别为300mg/L和50mg/L。各站场新增生活用水量及生活污水排放量见表3.2-4。

表 3.2-3　首站、注入站及各压气站排水量及水质统计表

站名	污水类别	污水来源	排水规律	污 水 量	污水水质	备　注
威远首站、泸县首站、铜梁压气站	生活污水	粪便及洗涤 污水	间歇	3.6m³/d	含 N、P 等	间歇

说明：各站生活污水排水量按给水量的90%计。

表 3.2-4　站场污水排放标准统计表

序号	站场名称	排放标准		备注
		《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》GB/T18920-2020	地方标准	
1	威远首站	城市绿化	/	生活污水不外排
2	泸县首站	城市绿化	/	生活污水不外排
3	内江注入站	/	/	无废水产生
4	铜梁压气站	城市绿化	/	生活污水不外排

生活污水：各站生活污水经地埋式一体化生活污水处理装置处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2020)中的城市绿化标准后，暂存于站内生活污水集水池，用于站内绿化。

3)　声环境影响分析

本管道各站场按主要工艺可分为压气站、注入站等类型，从各站噪声源的角度分析，各工艺站场的主要噪声源包括压缩机机组、空冷器、汇气管、空压机、分离器、空气压缩系统、调压设备、放空系统等，放空系统噪声只有在紧急事故状态下才会产生。主要噪声源强见表 3.2-5。

表 3.2-5　运行期各站场主要噪声源强

站场名称	主要噪声设备	设备数量	声源源强 dB(A)/m	拟采取的降噪措施	备　注
威远首站	电驱离心式压缩机组	2	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	1+1	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	2	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	过滤分离器	6	≤75		连续发声
	放空系统	1	105		间断发声
泸县首站	电驱离心式压缩机组	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	2+1	≤80	消声器	间断发声
	空气压缩机	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	旋风分离器	6	≤75		连续发声
	放空统	1	105		间断发声

续表 3.2-5 运行期各站场主要噪声源强

站场名称	主要噪声设备	设备数量	声源强度 dB(A)/m	拟采取的降噪措施	备 注
铜梁压气站	电驱离心式压缩机组	3+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	3+1	≤80	消声器	间断发声
	空气压缩机	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	旋风分离器	5	≤75		连续发声
	过滤分离器	5	≤75		连续发声
	放空系统	1	105		间断发声
内江注入站	旋风分离器	2	≤75		连续发声
	放空立管	1	105		间断发声

4） 固体废物环境影响分析

各站场产生的固体废物除生活垃圾外，在分离器检修、清管收球作业时也会有一定量产生，另外压缩机维修保养时还会产生部分废润滑油。

(1) 生活垃圾

本工程运行期，生活垃圾主要来自新增工作人员。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，各站场生活垃圾的产生量平均按 0.6kg/d·人进行核算。本工程新建站场新增定员 60 人，新增生活垃圾的产生量约为 13.14t/a。各站场生活垃圾均集中收集，交当地环卫部门处理。

(2) 清管收球作业废渣

管道运行期间产生的清管固废极少，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般工业固废。管道每年一般进行 1 次～2 次清管，全线清管装置为手动操作，密闭清管通球，清管固废产生量极少。有收球装置的工艺站场在每次清管作业时将产生约 10kg 废渣，并存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。3 座站场设置清管器收球筒，废渣的产生量共计约 0.03t/a。

(3) 分离器检修粉尘

站场的分离器检修是通过自身压力排尘的，主要污染物成分为粉尘，为避免粉尘的飘散，需将清除的废物导入排污罐中进行湿式除尘。分离器检修一般 1 次/a，废渣的产生量每站约为 6kg/a。该部分废物存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。本工程新建站场均有分离器，废渣的产生量约 0.024t/a。

(4) 压缩机维修保养

压缩机运行一定时间后需进行维修保养，在此过程中将产生一定量的废润滑油，每次每台约产生 300kg。根据《国家危险废物名录》,废润滑油属危险废物(HW08 废矿物油与含矿物油废物)，废润滑油由具有危废处置资质的单位定期处置。本工程 3 座压气站共运行压缩机 7 台，废润滑油产生量约 2.1t/a。

(5)　废滤芯

各站场清管作业或分离器维护时会产生一些废滤芯，每座站场产生量约为 0.026t/a，本工程废滤芯产生量为 0.104t/a。根据《国家危险废物名录》,废滤芯属危险废物(HW49 其他废物)，废滤芯由具有危废处置资质的单位定期处置。

(6)　废蓄电池

各站场应急电源蓄电池每 5 年更换一次，每个站场废蓄电池产生量约 1t/次，则废蓄电池产生量约为 4t/次。根据《国家危险废物名录》,废铅蓄电池属危险废物(非特定行业 900-052-31)。废弃铅蓄电池可不按危险废物进行运输，但运输工具要满足防雨、防渗漏、防遗撒要求。废蓄电池由具有危废处置资质的单位处置。

运行期固体废物排放情况详见表 3.2-6。

表 3.2-6　固体废物排放情况统计

<table>
<tr><th>序号</th><th>类别</th><th>污染源</th><th>主要成分</th><th>排放量(t/a)</th><th>处理及去向</th></tr>
<tr><td>1</td><td>生活垃圾</td><td>生活垃圾</td><td>-</td><td>13.14</td><td>定期清运到指定地点掩埋</td></tr>
<tr><td>2</td><td rowspan="2">一般工业固体废物</td><td>清管废渣</td><td>粉尘、氧化铁粉末</td><td>0.03</td><td rowspan="2">排入站内排污罐存放、定期清运</td></tr>
<tr><td>3</td><td>分离器检修</td><td>粉尘</td><td>0.024</td></tr>
<tr><td>4</td><td>危险废物(HW08)</td><td>压缩机检修</td><td>废润滑油</td><td>2.1</td><td>委托具有资质的单位处置</td></tr>
<tr><td>5</td><td>危险废物(HW49)</td><td>清管作业和分离器维护</td><td>废滤芯</td><td>0.104</td><td>委托具有资质的单位处置</td></tr>
<tr><td>6</td><td>危险废物(900-052-31)</td><td>应急电源定期更换</td><td>废铅蓄电池</td><td>4(t/次)</td><td>委托具有资质的单位处置</td></tr>
</table>

3.2.2　事故状态下的环境影响分析

在运行过程中，由于操作失误、设备或阀门失控等原因会导致大量天然气排入大气环境，其中的非甲烷总烃会污染环境空气；一旦泄漏的天然

气发生火灾爆炸，则会产生 SO_2、NO_x 或其他污染物，从而污染事故附近的环境空气，并对附近的人群造成伤害。本工程自动化程度非常高，一旦发生上述情况，紧急截断阀门会迅速关闭，可避免大量天然气的泄漏。

3.3 总量控制

本工程生活污水经地埋式一体化生活污水处理系统处理，达标出水用于站内绿化，不外排。工程采暖用空调，不设锅炉，因此无 SO_2 和 NOx 排放。本工程不设总量指标。各站场总烃无组织挥发量合计 1.37t/a。

3.4 清洁生产

3.4.1 清洁生产概述

本工程输送介质-天然气，天然气是清洁能源，作为能源使用所产生的温室气体 CO_2 的排放量比煤炭、原油、燃料油等少很多，对环境所产生的影响也相对较小，因而采用管道输送天然气，可以达到从源头上减轻环境污染的作用，符合国家节能减排的要求。

输气管道运输的能耗和成本远小于铁路、公路运输，且不受地形、气候、运力紧张、季节的影响；损耗和成本、输送产品的质量也更有保证，同样符合国家清洁生产的相关要求。

3.4.2 本工程清洁生产评述

作为清洁燃料，天然气广泛用于民用燃料、工业燃料和发电。与煤相比，天然气不含灰份，其燃烧后产生的 NO_x 仅为煤的 45.2%，产生的 CO_2 仅为煤的 44.7%，极大地降低了对环境空气的污染。本工程管道外防腐层选用环氧粉末聚乙烯复合结构(三层 PE)，满足清洁生产的要求。

在输送工艺方面，优化工艺方案，减小能源消耗；设置截断阀，减少输气管道的天然气损失；采用节能设施，减少能耗；采用合理的防腐方式，保证管道运输的安全性；采用管道完整性管理，提高整体运营水平。

在生产设备和设施方面，使用世界上较为先进的 SCADA 自动控制系统，使输送介质的工艺条件实现由计算机自动控制，减少了由于人工控制而产生的生产损耗，可最大限度地减少由于事故引发的环境污染事故，减少事故停运及天然气损失，提高生产技术水平、操作效率和经济效率。

在施工期，采取加强施工管理，规范施工过程，实施环境监理；确定合理的施工带宽度，减少临时占地对环境的破坏；采用先进、合理的施工

方式，减少对环境的污染和破坏；采取必要措施减少施工期扬尘对沿线居民的影响；减少施工营地建设，减少污染物排放；作好生态恢复，水土保持等工作。

在运营期，做好废气、废水、固废的达标排放工作，尽可能选择低噪声设备，满足清洁生产的要求。

本工程的清洁生产目标，除在设计、施工、运营环节中通过实施一系列清洁生产技术措施实现外，在运营管理中也将通过采取一系列的相关措施和制度，实现持续的清洁生产。

3.4.3 建议

本工程要提高清洁生产的水平，除了采取先进的生产工艺、技术和设备外，还应从以下几个方面进行改进：

1） 建立健全清洁生产管理机构；

2） 从源头抓起，注意工艺流程的各个环节；

3） 提高管理水平，加强环保知识宣传与培训；

4） 加强与外部的联系。

4 路由评价

4.1 本工程与相关管道的关系

川气东送二线在铜梁压气站与中贵线铜梁输气站互联互通，两条管道设计压力均为10MPa，具备相互连接的条件。目前川渝管网通过增压向中贵线铜梁输气站上载，上载压力≥9.1MPa，上载能力50×10^8㎥/a。川二线铜梁压气站与中贵线铜梁输气站连通，可实现川二线与中贵线的相互调气功能，调气能力为100×10^8㎥/a。

4.2 本工程线路选线原则及选线过程

4.2.1 选线原则

4.2.2.1 基本选线原则

1） 严格执行国家、行业有关标准规范及规定，参照执行国外先进的标准、规范；

2） 本着“安全第一，环保优先，以人为本，经济适用”的方针进行设计；

3） 线路应尽量顺直、平缓，以缩短线路长度，并尽量减少与天然和人工障碍物交叉；

4） 尽量靠近或沿现有公路敷设(按有关规范、标准规定，保持一定间距)，以便于施工和管理；

5） 线路路由比选及优化需结合沿线地形地貌、地质条件、及环境敏感区的分布情况，并考虑沿线地方政府相关部门的意见以及交通、电信等条件，从安全可靠性、技术可行性、经济可行性、风险因素、环境保护等方面进行综合比选和优化，尽可能避让环境敏感区。如受其它因素限制，管道无法避让时，应加大保护措施力度并取得主管部门或单位同意通过的意见；

6） 宜避开多年生经济作物区域和重要的农田基础建设设施；

7） 管线应避开不良工程地质区、矿产资源区、严重危及管道安全的高烈度区、地震频发区和大型活动断裂带。当受条件限制必须通过时，应采取防护措施并选择合适位置，缩小通过距离；

8） 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有

利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境、城市生态相协调。

4.2.2.2 不同地区选线原则

1） 山区选线

(1) 山区选线应结合地形地貌、地质条件、山区道路状况，考虑施工的可行性和管道通过位置的稳定性；

(2) 管线通过山区时，应尽量选择在通过山区距离短、坡度平缓、山型完整的地段；

(3) 山区管线尽量选择可通行的山谷或河谷地段。若河谷宽且平坦，管线可考虑在河床低阶地敷设，一般应敷设在二级阶地以上区段，在洪水淹没区的管道应采取措施，防止管道和光缆被冲毁；若谷地地形狭窄曲折，河谷冲刷严重，或构筑物拥挤，则应另辟路线；

(4) 若山脊线与管线走向一致且山脊较宽、顺直、上下山脊坡度较平缓，地质条件稳定时，应考虑走山脊的方案；

(5) 线路需越岭时，当山岭高度不大，坡度较缓，具备大型管道通过条件，可选择从垭口翻越通过；

(6) 线路尽量避免长距离横坡敷设，若必须横坡敷设时，应选择纵坡较缓(不宜超过 25°)、削山开挖后岩层稳定的地带通过。管道尽量在山坡的阳面布设；

(7) 管道应尽量避开滑坡、崩塌、危岩、泥石流、陡坡、陡坎等不良地质区。对无法避开的滑坡，首先应查明滑坡区的范围，将管道布设在该范围外。对横过泥石流的管段，应选择在泥石流动态区以外通过；

(8) 新建施工便道应该尽量与施工作业带结合布置；

(9) 尽量避开密集的林带，难以避开时，应选择林带较短的地带通过。

2） 林带地区选线

(1) 为减少对林木及果园的破坏。在林区段，线路尽可能避开主林区，选择林木较稀疏的地方通过；在果园区，线路应尽量避开成长期和盛果期的果树，选择在果园间空隙、幼树或者已进入衰老期的果树区通过；

(2) 尽量减少对森林植被破坏，避开原始林带区域，选择植被稀疏，靠近公路；

(3) 应优先避开自然保护区、风景名胜区、旅游区和军事区等敏感区。

3) 城镇和规划区选线

(1) 人口密集地区选线首先应掌握其规划区的资料，并充分与当地主管部门沟通，结合当地规划进行管道选线；

(2) 经过规划区时可沿交通绿化带、不同功能区块的边界选择线位；

(3) 注意尽量不穿越靠近城镇的大块平地中部，可选择沿现有公路、铁路和高压走廊敷设，在征得公路管理部门的同意下，尽量靠近公路控制带敷设；

(4) 人口密集地区选择线路需要得到乡镇的同意，避免下一阶段大范围的改线。

4.2.2.3 本工程选线过程

在确定气源、目标市场后，本工程管道线路选择按以下步骤进行：

1) 根据沿线地形及交通条件等，借助于地形图、遥感图像等，进行室内图上作业；

2) 线路工程人员会同环保专业人员进行现场踏勘，重点考察与沿途城市规划符合情况，及沿线自然保护区、水源地、风景名胜区、生态保护红线等环境敏感区情况，拟选站址、村庄密集段管道局部走向等，然后对原图上线路进行修改。

同时，在现场期间，将逐一走访管道沿线地方政府的规划、环保、林业、土地等相关部门，就管道在其辖区内的走向、站场位置、环境保护目标等进行充分协商，并取得认可；

3) 建设单位组织评估单位召开中间成果会议，结合线路路由、现场踏勘及调研情况对可研报告提出线路走向意见。特别是应结合调查的管道可能穿越的自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态保护红线等环境敏感区，认真研究比选方案；

4) 对局部线路的比选再进行现场调研和踏勘。对无法避绕的环境敏感区，组织建设单位、设计单位以及当地环保部门、相关管理部门一起到现场选线，以确定最优化的线路方案；

5) 环评单位将涉及环境敏感区的影响分析结果及应采取的措施等情况提交给建设单位，并与线路人员进行协商，就线路优化提出意见与建议。

建设单位充分汲取了川气东输、西气东输系列管道、中俄天然气管道的选线与建设经验，特别是在保护环境和社会影响方面的经验。本管道选线特点是环评单位先期参与，通过环评单位的工作，在选线中更加注重了环境敏感目标和近距离村庄避绕，对会产生重大环境影响的区段，及早采取避绕、改线等措施，从根本上减轻管道工程建设带来的影响。

4.3 站场选址的可行性分析

4.3.1 站址选择原则

1） 符合输气管道线路走向，保证输气工艺的可行性及经济性；

2） 满足系统工艺设计的要求，实现天然气接收、输送、清管、分输等功能的需要，实现有人职守、无人操作、远程监控的目标；

3） 选择较有利的地形及工程地质条件，避开环境敏感区、不良工程地质地段及其它不宜设站的地方；

4） 社会依托条件好，供电、给排水、生活及交通便利；

5） 与附近工业、企业、仓库、车站及其它公用设施的安全距离应符合国家标准《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2020)；

6） 各类站场应有足够的生产操作和设备检修用的作业通道及行车通道，有车行道与外界公路相通。

4.3.2 环境可行性分析

本工程建设置工艺站场 4 座，沿线各站场位置详见表 4.3-1。

表 4.3-1　沿线各工艺站场情况一览表

序号	站名	所在位置	站址现状情况描述	备注
1	泸县首站	泸县首站位于泸县福集镇，夏蓉高速西侧。	占地为耕地，站址地貌上属于丘陵地带。	新建
2	内江注入站	内江注入站位于内江市东兴区东北方向，距内江市城区直线距离约 18km，向东距白合镇约 3.6km,向北距省道 206 约 260m,向东距渝蓉高速约 26km。	站址现状为旱地、林地，比较开阔，地势比较平坦，局部有隆起小型山丘。	新建
3	威远首站	威远首站距 G4215 蓉遵高速直线距离约 770m，距 207 省道直线距离约 470m，距最近的乡村道路约 200m。	站址周边有散居民房，距最近民房约 15m。场地地势平坦，地表全部种植为农作物。	新建
4	铜梁压气站	铜梁压气站位于铜梁区西北方向约 7.5km 处，向西距太平镇约 2km，向南距印盒村约 900m，向西南方向距凉班路约 600m，向东距国道 319 约 1.8km，向东北距渝遂高速约 1.5km。	站址西南方向距中贵线铜梁输气站约 1km。站址现状性质为林地，比较开阔，场地为两座隆起山丘，高度约 50m。	新建

4.3.3 各站场选址合理性分析

各站场工艺简单，环境风险较小。

站场建设属永久占地，未占用永久基本农田，均为一般耕地、林地，分散在沿线所经地区，并非集中占用，对当地的土地利用影响总体相对较小。

根据预测结果，各站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。各站采取降噪措施后，周围村庄噪声预测值均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类区标准，对周围环境影响不大。

本工程各站场均无锅炉。主要废气为清管作业、分离器检修排放的少量天然气和超压排放的天然气，会对环境产生轻微的影响。从环境空气评价结果来看，站场对大气环境的影响主要是无组织排放产生的非甲烷总烃，对周围大气环境影响较小。

本工程各站场的选址均符合当地城镇发展规划。所选站址避开了煤矿采空区、地震断裂带等区域，站场选站址均未涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等环境敏感区域。

4.4 穿越内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区路由分析

沱江自北向南流经内江市，沱江西岸为内江市市中区，东岸为内江市东兴区。内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区位于内江市北侧，水源保护区沿江南北分布，范围起于市中区史家镇，向北直至资中县明心寺镇，南北方向分布约 30km 长。

1) 宏观路由选线合理性分析

如图 4.4-1 及图 4.4-2 所示，本工程管道在内江市附近总体走向为自西向东，沱江经资中县由北往南穿越内江市，拟建管道必然穿越沱江。沱江沿线由北往南连续分布有资中县明心寺镇饮用水水源保护区、濛溪河头滩坝水源地、资中县银山镇饮用水水源保护区、沱江对口滩饮用水水源保护区、内江市城市规划区，内江市城市规划区南侧与内江自贡同城化发展规划区相连。由此可见，向南避开保护区或水源地段是城市规划区域，拟建管道无法从内江与自贡之间穿越规划区而过。因此，宏观路由上，拟建管道从内江市北侧通过为最优方案。

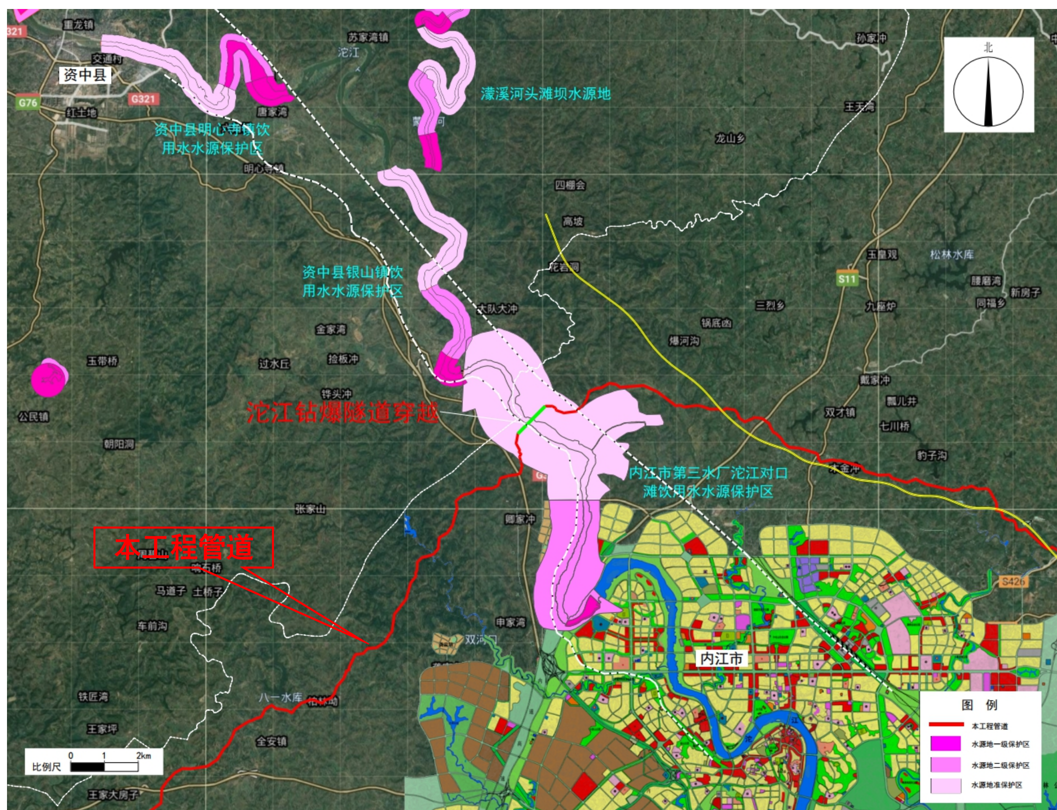


图 4.4-1　内江市段管道总体走向示意

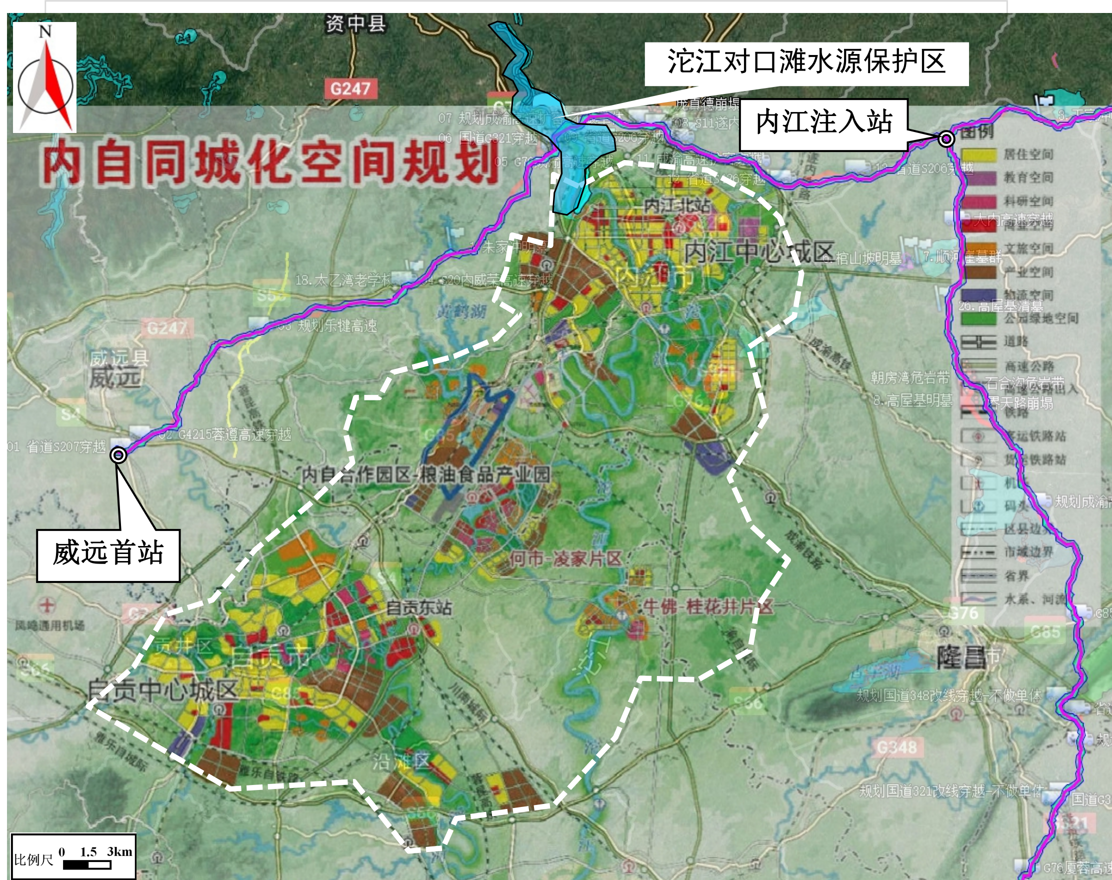


图 4.4-2　管道与沱江对口滩饮用水水源保护区相互关系示意图

2） 局部路由合理性分析

内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区，其中银山镇北侧和史家镇南侧均为一级和二级保护区。那么在无法避绕内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区的前提下，拟建管道选择避让一级和二级保护区。根据现场踏勘，结合内江市市中区和东兴区地方各部门意见，同时为避让富溪镇和史家镇之间连片规划和密集的居民区，管道选择在银山镇和富溪镇之间、准保护区长度相对较短的位置通过，同时采用钻爆隧道穿越方式穿越沱江。管道穿越内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区准保护区约 3km，其中沱江钻爆隧道长度约 1244m。管道与水源地保护区的相互关系见图 4.4-3 所示。

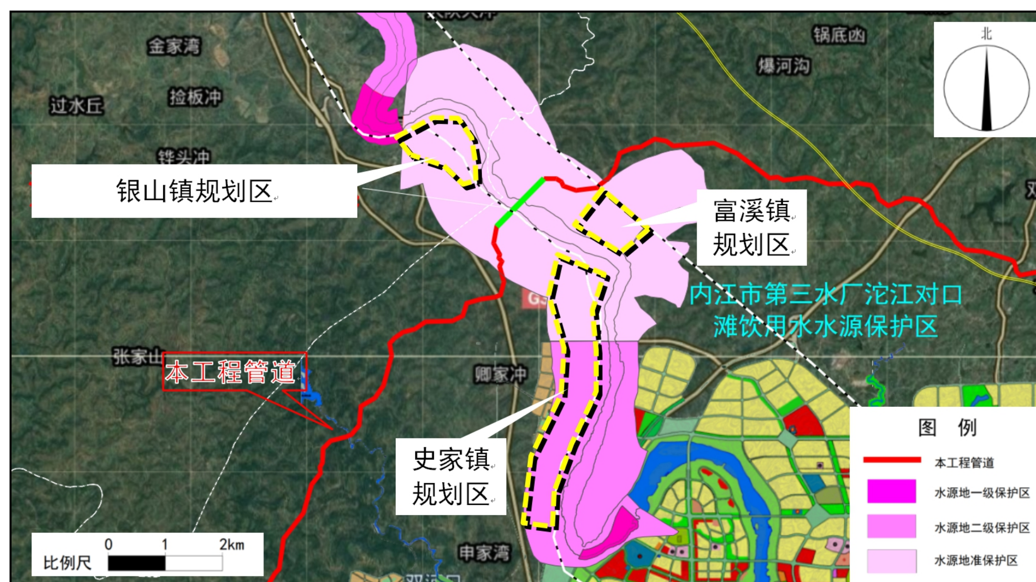


图 4.4-3 管道与沱江对口滩饮用水水源保护区相互关系示意图

4.5 局部近距离村庄避绕比选

4.5.1 全安镇段线路优化分析

全安镇段路由做了全安镇北侧和南侧通过的两个方案，两个方案都不涉及规划区、敏感区等，在线路长度及工程费用相近的条件下，对比了两个方案沿线 100 米居民户数，方案一 96 户，方案二 105 户，两个方案的居民户数相差不大，按照降低环境风险，远离村庄选线原则，最终推荐方案一，全安镇北侧通过方案。

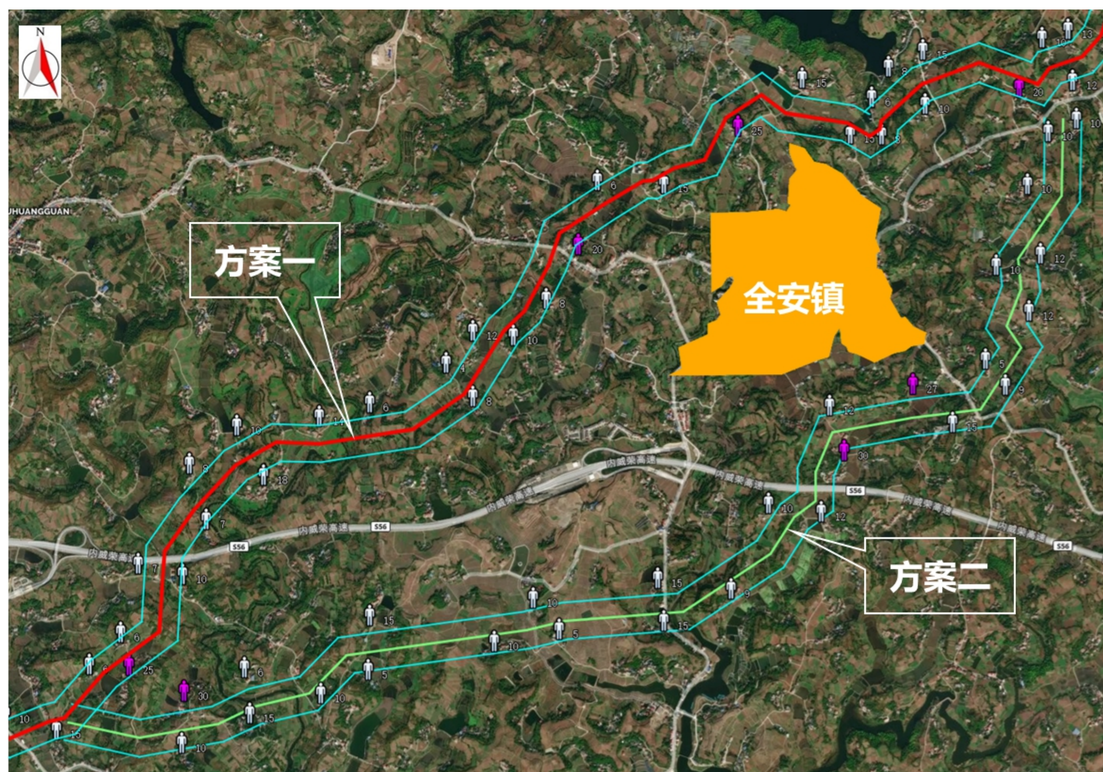


图 4.5-1　全安镇路由比选示意图



图 4.5-2　全安镇局部航拍照片

4.5.2　中敖镇线路优化分析

中敖镇段线路位于深丘地段，居民点多分布于山间谷地两侧，路由选择时翻山方案，即方案一，和山间谷地方案，即方案二，两个方案都位于中敖镇规划北侧，虽然线路长度相差不大，但是方案一翻山，管道敷设难度高于方案二，方案一比方案二工程费高约 1 千万；对比两个方案沿线 100

米居民户数，方案一 35 户，方案二 94 户，方案一人口明显少于方案二，按照降低环境风险，远离村庄选线原则，因此最终推荐方案一，更加远离中敖镇，翻山通过。



图 4.5-3　中敖镇段路由比选示意图

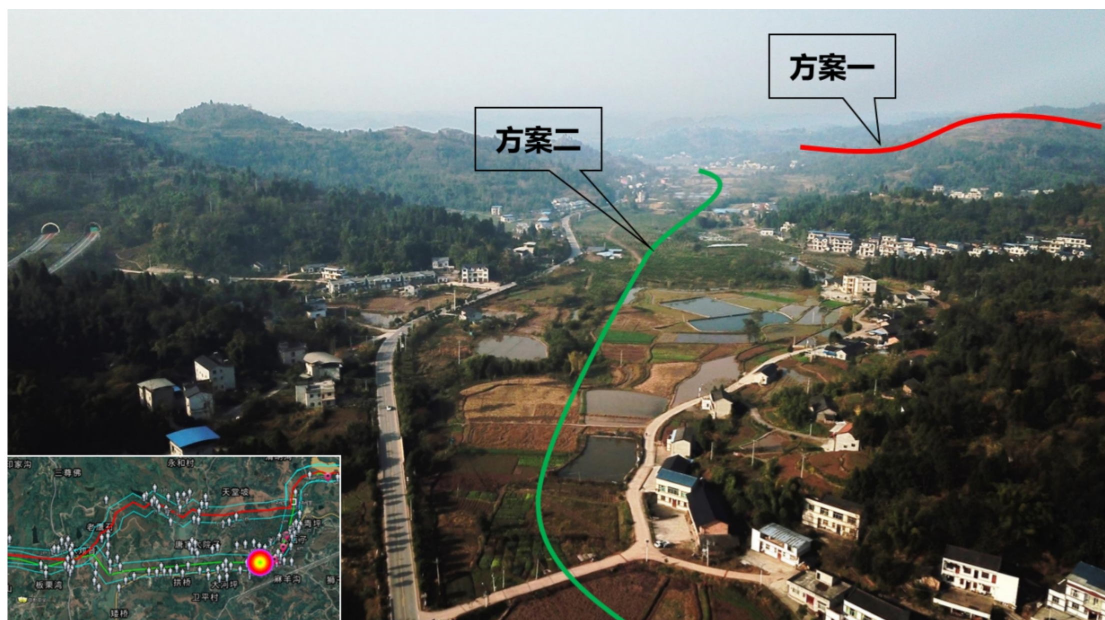


图 4.5-4　中敖镇段路由局部航拍照片

4.6 河流穿越方式合理性分析

工程管道共穿越6条大中型河流，其中威远河和乌龙河为大开挖穿越，其它4处为非开挖穿越方式。因此主要针对大开挖穿越方式进行合理性分析。

4.6.1 威远河穿越

1） 穿越方式概述

(1) 定向钻穿越

根据地形地貌，两岸场地有一定高差起伏。如图4.6-1所示，西南侧丘陵间有一沟壑可作为回拖场地；东北侧连同威自路一并穿越，交通便利，局部新修施工便道后，适合钻机设备进出及施工。东北岸作为入土点，入土角为8°，西南岸作为出入点，出入角为6°。为保证埋深和满足定向钻穿越工艺要求，定向钻穿越选择主要从泥岩层中通过。为保证埋深和满足定向钻穿越工艺要求，定向钻穿越深度需满足河床冲刷线6m以下，管道最低点管底设计标高约为277m。河床下管顶埋深最小约15.5m，穿越水平长度约843m。整个穿越曲线为三直两弧，弧线曲率半径1524m，出入土点距曲线亦均以直线过渡，长度大于10m。定向钻穿越曲线如图8.1-2所示。

本定向钻穿越入土端钻机场地可按60m×60m临时占地考虑。出土端场地按40m×40m临时占地考虑。回拖场地平整开阔，本设计暂按一次回拖方式考虑，管道组装焊接场地按860m×26m临时占地考虑。

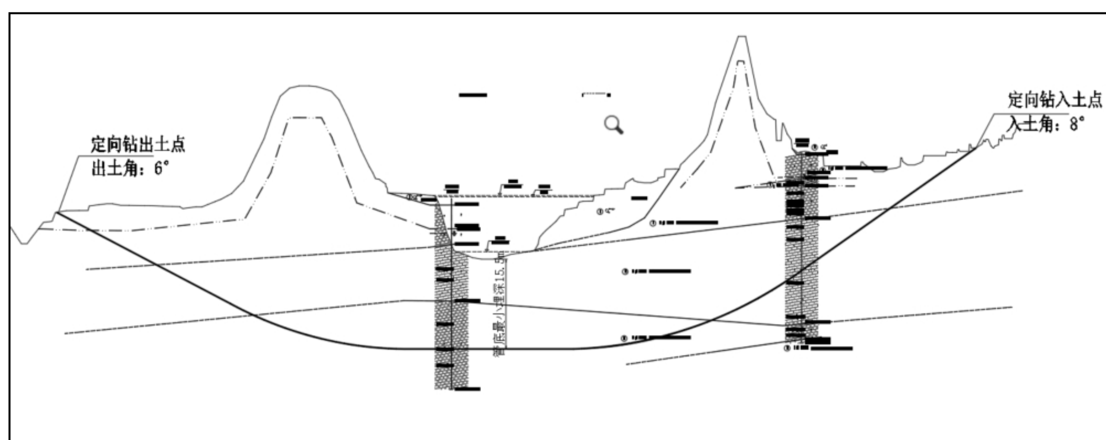


图4.6-1 威远河定向钻穿越纵断面

定向钻穿越方案工程量见表4.6-1。

表4.6-1 定向钻穿越方案主要工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	863	水平长843m
1	定向钻敷设段长度	m	823	水平长803m
2	开挖敷设段长度		40	水平长40m
三	征地			
1	出入土端临时征地	m^2	5200	
2	回拖场地临时征地	m^2	22360	
3	永久用地	m^2	4	
4	地貌恢复	m^2	27560	
四	出入土端场地处理			
1	吊装基坑开挖恢复量	m^3	2000	
2	回拖场地开挖、恢复及平整量	m^3	10000	
3	浆砌石堡坎	m^3	600	
4	出入土场地硬化处理	m^3	1040	碎石填垫
5	出入土端场地平整	m^3	5000	
五	施工便道、便桥			
1	新修施工便道	m	800	宽度4m

(2) 顶管穿越

开挖方案将管道至于冲刷线下1.2m，置于砂岩内，河床下最小埋深1.2m，水平长约168m，全段采用现浇混凝土进行稳管，如图8.1-3所示。

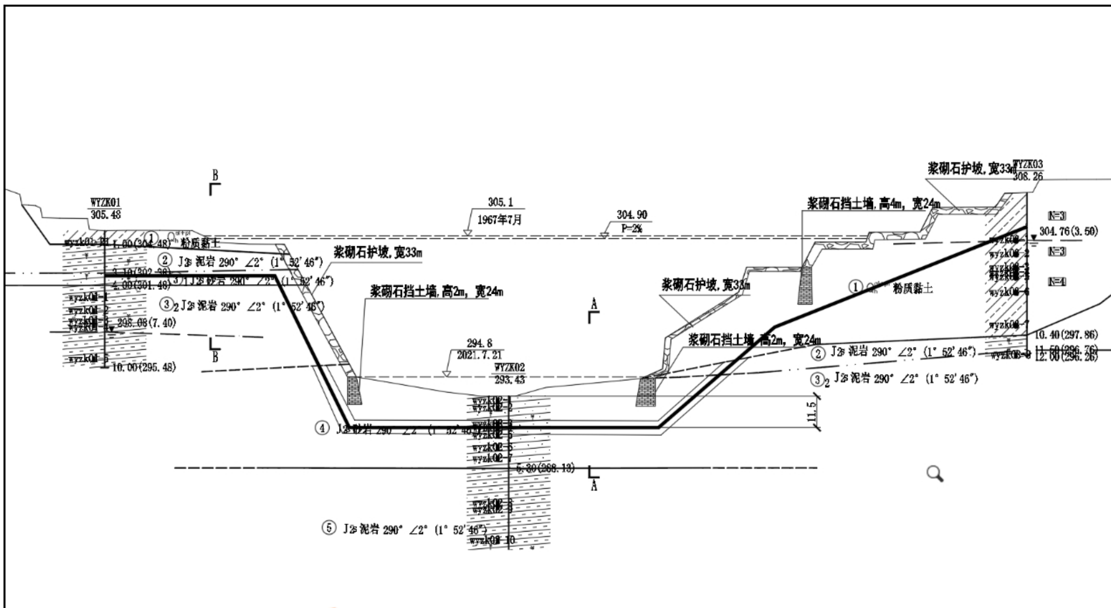


图 4.6-2　威远河开挖穿越纵断面图

威远河开挖穿越方案工程量见4.6-2。

表 4.6-2 开挖穿越方案主要工程量表

序号	工程量名称	单位	数量	备注
一	穿越长度(实长)	m	168	
二	土石方			
1	土方	m^3	3500	
2	石方	m^3	2500	
3	袋装土回填	m^3	72	
三	水工构筑物			
1	浆砌石护岸	m^3	266	
2	浆砌石挡土墙	m^3	30	
3	浆砌石截水墙	m^3	342	
4	现浇混凝土稳管	m^3	2350	
四	征地			
1	临时占地及地貌恢复量	m^2	6000	
2	永久征地	m^2	4	
五	围堰导流			
1	围堰导流堰体	m^3	3000	
2	袋装土	m^3	120	
3	抽水台班	台班	540	
4	防渗布	m^2	350	
六	施工道路			
1	新修施工便道	m	300	

(3)　顶管方案简述

顶管方案穿越轴线同开挖方案。根据地形地貌，两岸具有竖井布井条件。顶管结构形式为“竖井+平巷+竖井”。始发井截面内径为12m，深约23.5m，接收井截面内径为10m，深约20.6m。顶混凝土管采用内径2.0m钢筋混凝土套管，套管顶进长度约178m，穿越水平长约200m，如图8.1-4所示。

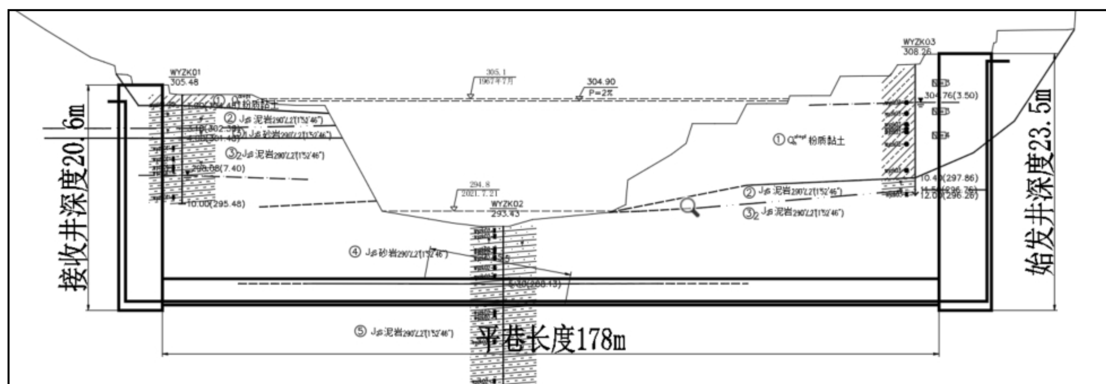


图 4.6-3 威远河顶管穿越纵断面图

顶管穿越方案工程量见表 4.6-3。

表 4.6-3 顶管穿越方案主要工程量表

序号	主 要 项 目	单位	数 量	备 注
一	线路长度(水平长)	m	242	
1	顶管穿越段	m	242	套管顶进段 178m
二	竖井施工			
1	C30 钢筋混凝土井壁	m^3	1400	
	挖方	m^3	5810	
	注浆	m^3	50	局部注浆堵水加固，视情况而定
	井内抽水措施	项	2	
2	其他			
	两侧竖井预留洞 M7.5 防渗水泥砂浆封堵	m^3	30	2 处
	两侧竖井预留洞处管段橡胶板包裹	m^2	6	包裹厚度 10mm
	竖井和顶管段土石方开挖量	m^3	5000	
	竖井回填			
	两侧竖井粘性土回填量	m^3	4400	
三	顶管穿越段及附属工程			
	两侧开挖沟埋段土方开挖回填分别量	m^3	200	
	两侧竖井削方并原貌恢复	m^3	300	
	堡坎	m^3	100	
四	征地			
1	临时占地及地貌恢复分别量	m^2	3000	不含施工便道征地

序号	主 要 项 目	单位	数 量	备 注
2	永久征地	m^2	4	
五	施工便道			
1	新修临时施工便道	km	0.5	

2） 比选分析

威远河穿越处地层为砂岩和泥岩，适合定向钻穿越，但穿越处属浅丘地形，两岸有一定高差起伏，回拖场地需进行大量挖填方，对原始地貌破坏较大，恢复难度大。基岩顶管有一定难度，施工周期相对较长，投资相对开挖较高。开挖穿越处基岩出露，可将管道置于中风化砂岩层，开挖土石方量较小，施工难度较小，工期较短。经与当地水利局等部门沟通，同意以开挖方式穿越威远河。综合分析，威远河推荐开挖穿越方案。

表 4.6-4　威远河穿越方案比较表

方案	定向钻方案	开挖方案	顶管
穿越长度(m)	843	168	200
相同闭合点间连接线路(除穿越)(m)	0	675	643
投资估算(万元)	2234	403	1500
穿越施工期(月)	3-4	1-2	7-8
占地(m^2)	27560	6000	3000
优点	1. 技术成熟； 2. 对河道和环保无影响，不受季节影响。	1.穿越长度短； 2.施工时间短； 3.枯水期施工影响相对小。 4.占地面积小，施工工艺成熟。 5.节约投资。	1. 对河道的影响较小。 2. 不受季节影响。
缺点	1.受地形影响，出入土和回拖场地需进行大量挖填方。 2. 施工周期相对较长，投资相对较高。 3.回拖场地 860m×26m，平整土石方量 10000m^3，对环境影响较大。	1.施工受季节有一定影响。 2.施工对河道有影响。	1.存在大量弃渣，对环境影响较大。 2．投资相对较高，工期较长。

4.6.2 乌龙河穿越

1） 穿越方式概况

(1) 定向钻穿越

根据地形地貌，两岸场地有一定高差起伏。东岸地势较平坦，交通便利，局部新修施工便道后，适合钻机设备进出及施工，可作为入土点；西岸高差较大，有一冲沟可作为出入点；回拖场地需进行大量挖高就低挖填方工作，挖方量较大。东岸作为入土点，入土角为9°，西岸作为出入点，出入角为7°30′。为保证埋深和满足定向钻穿越工艺要求，定向钻穿越选择主要从泥岩层中通过。为保证埋深和满足定向钻穿越工艺要求，定向钻穿越深度需满足河床冲刷线6m以下，管道最低点管底设计标高约为300m。河床下管顶埋深最小约13.5m，穿越水平长度约656.8m。整个穿越曲线为三直两弧，弧线曲率半径1524m，出入土点距曲线亦均以直线过渡，长度大于10m。定向钻穿越曲线如图4.6-5所示。

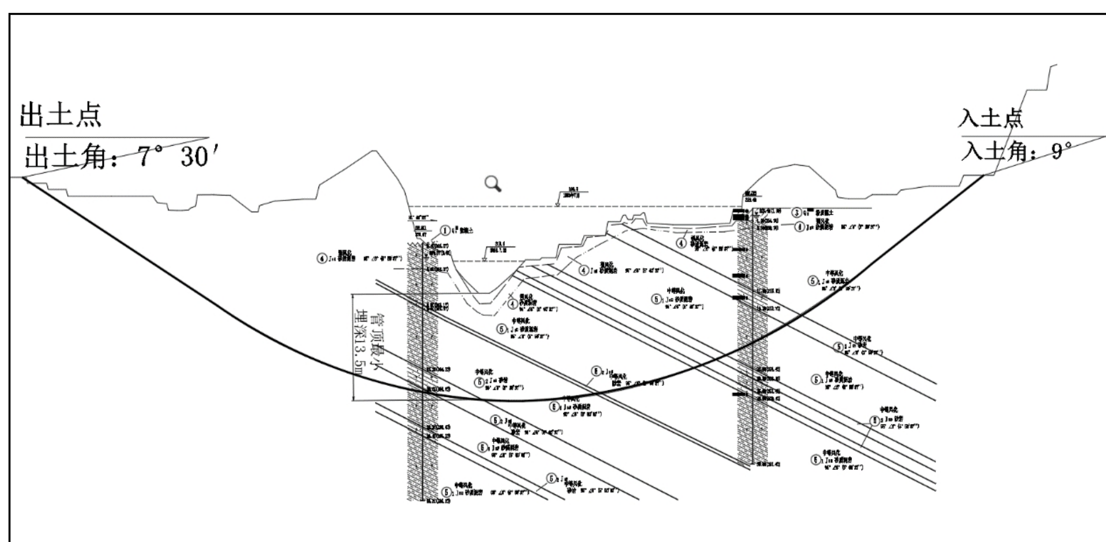


图4.6-4 乌龙河定向钻穿越纵断面图

本定向钻穿越入土端钻机场地可按60m×60m临时占地考虑。出土端场地按40m×40m临时占地考虑。回拖场地平整开阔，本设计暂按一次回拖方式考虑，管道组装焊接场地按680m×26m临时占地考虑。

表 4.6-5　定向钻穿越方案主要工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	863	水平长843m
1	定向钻钻孔长度	m	863	水平长843m
2	定向钻敷设段长度	m	823	水平长803m
3	开挖敷设段长度		40	水平长40m
二	征地			
1	出入土端临时征地	m^2	5200	
2	回拖场地临时征地	m^2	22360	
3	永久用地	m^2	4	
4	地貌恢复	m^2	27560	
三	出入土端场地处理			
2	回拖场地开挖、恢复及平整量	m^3	10000	
3	浆砌石堡坎	m^3	600	
4	出入土场地硬化处理	m^3	1040	碎石填垫
5	出入土端场地平整	m^3	5000	
四	两侧开挖敷设管道土方及回填分别量	m^3	600	
五	施工便道、便桥			
1	新修施工便道	m	800	宽度4m

2)　开挖方案

开挖方案将管道至于冲刷线下1.2m，置于砂岩内，河床下最小埋深3.5m，水平长约167m，全段采用现浇混凝土进行稳管，如图4.6-5所示。

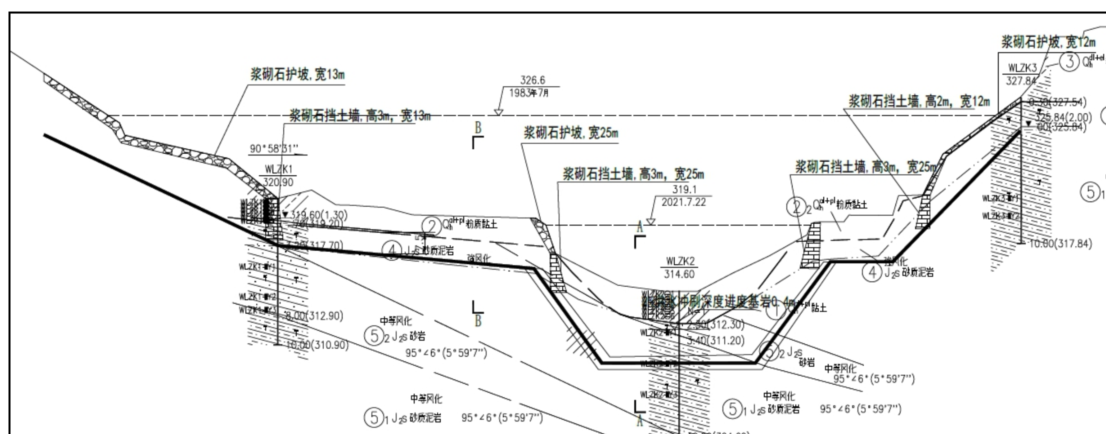


图 4.6-5 乌龙河开挖穿越纵断面图

开挖穿越方案工程量见表 4.6-6。

表 4.6-6　开挖穿越方案主要工程量表

序号	工程量名称	单位	数量	备注
一	穿越长度(实长)	m	187	水平长 167.0m
二	土石方			
1	土方	m^3	3500	
2	石方	m^3	2900	
3	袋装土回填	m^3	100	
三	水工构筑物			
1	浆砌石挡土墙	m^3	270	
2	浆砌石截水墙	m^3	250	
3	浆砌石堡坎	m^3	50	
4	现浇混凝土稳管	m^3	1700	C25
四	征地			
1	临时占地及地貌恢复量	m^2	6600	
2	永久征地	m^2	4	
五	围堰导流			
1	围堰导流堰体	m^3	15600	
2	袋装土	m^3	288	
3	抽水台班	台班	540	
4	防渗布	m^2	320	
六	施工道路			
1	新修施工便道	m	100	

3)顶管方案简述

顶管方案穿越轴线同开挖方案。根据地形地貌，两岸具有竖井布井条件。顶管结构形式为“竖井+平巷+竖井”。始发井截面内径为12m，深约25.0m，接收井截面内径为10m，深约20.6m。顶混凝土管采用内径2.0m钢筋混凝土套管，套管顶进长度约174m，穿越水平长约196m，如图4.6-6所示。

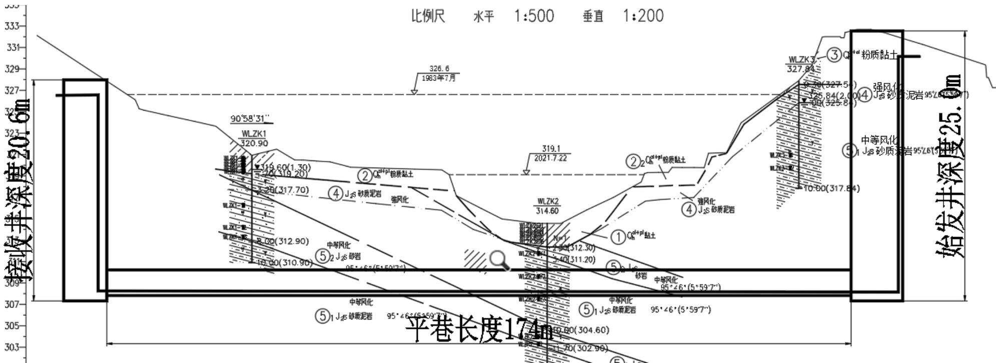


图 4.6-6　乌龙河顶管穿越纵断面图

顶管穿越方案工程量见表4.6-7。

表 4.6-7　顶管穿越方案主要工程量表

序号	主 要 项 目	单位	数 量	备　注
一	线路长度(水平长)	m	242	
1	顶管穿越段	m	242	套管顶进段 174m
二	竖井施工			
	挖方	m^3	5810	
	注浆	m^3	50	局部注浆堵水加固，视情况而定
	C25 素混凝土封底	m^3	200	
	井口挡水设施	m^3	10	C25 素砼，施工完后拆除
	井内抽水措施	项	2	采取井内抽排水等措施，保证竖井内施工期间基本无水。
	深基坑监测	项	2	
	竖井和顶管段土石方开挖量	m^3	5000	
三	顶管穿越段及附属工程			
	渣场(及相应水工保护)	处	1	就近设置
	两侧开挖沟埋段土方开挖回填分别量	m^3	200	
	两侧竖井削方并原貌恢复	m^3	500	
	堡坎	m^3	100	
四	征地			
1	临时占地及地貌恢复分别量	m^2	3000	不含施工便道征地
2	永久征地	m^2	4	
五	施工便道			
1	新修临时施工便道	km	0.5	

2)　乌龙河穿越方案比选

乌龙河穿越处地层为砂岩和泥岩，适合定向钻穿越，但穿越处属浅邱地形，两岸地形高差起伏较大，出入土和回拖场地需进行大量挖填方，特别是回拖场地对原始地貌破坏较大，恢复难度大。基岩顶管难度较高，施工周期相对较长，投资相对较高。开挖方式穿越处基岩较浅，可将管道置于中风化砂岩层，管道安全能得到充分保证，开挖土石方量较小，施工难度较小，工期较短投资较省。通过与当地水利局等部门沟通，同意以开挖方式穿越乌龙河。综合分析，乌龙河穿越推荐开挖穿越方案。

表 4.6-8　乌龙河穿越方案比较

方案	定向钻方案	开挖方案	顶管
穿越长度(m)	660	167	196
相同闭合点间连接线路(除穿越)(m)	0	329	480
占地(m^2)	27560	6000	3000
投资估算(万元)	1749	1200	1463
施工期(月)	3-4	1-2	7-8
优点	1.技术成熟； 2. 对河道和环保无影响，受季节影响较小。	1.穿越长度短； 2.投资较省； 3.对地层无要求。 4.施工工艺成熟。	1.对河道的影响较小。 2.不受季节影响。
缺点	1.出入土和回拖场地需进行大量挖填方； 2. 施工周期相对较长，投资相对较高； 3.回拖场地 680m×26m=17680，平整土石方量 15000m^3，对环境影响较大。	1.施工受季节有一定影响； 2.施工对环境和河道会影响；	1.存在大量弃渣，对环境影响较大； 2. 投资相对较高，工期较长。

4.7　相关规划符合性分析

4.7.1　产业政策符合性分析

本工程属于天然气管道的建设，有助于落实国家能源发展战略，提高我国能源东西互通能力，确保我国经济持续、稳定、健康发展。

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》，本工程属于第一类“鼓励类”中“七、石油、天然气”中“3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”范畴，属于国家鼓励项目。

因此，本工程符合国家产业政策。

4.7.2　与《十四五现代能源体系规划》符合性分析

国家发展改革委、国家能源局于2022年1月29日印发实施《十四五现代能源体系规划》(发改能源〔2022〕210号)，要求加快天然气长输管道及区域天然气管网建设，推进管网互联互通，完善LNG储运体系。到2025年，全国油气管网规模达到21万公里左右。川气东送二线符合该规划要求。

4.7.3　与《中长期油气管网规划》符合性分析

根据《中长期油气管网规划》(发改基础〔2017〕965 号)，规划文本中(二)加强天然气管道基础网络 2.北气南下“统筹衔接陆上重要天然气进口

通道建设情况”，本工程为川气东送二线工程，已列入《中长期油气管网规划》，符合规划要求。

4.7.4 四川省相关规划的符合性分析

《四川省“十四五”能源发展规划》指出：“推进川气东送二线(四川段)、威远和泸州区块页岩气集输干线工程、攀枝花—凉山等天然气管道建设，进一步完善达州、雅安、乐山、泸州、巴中等末端区域供气管网，布局南向管道并适时建设。到2025年形成输气能力700亿立方米/年。”本工程符合四川省天然气管道布局的要求。

4.7.5 与重庆省相关规划的符合性分析

《重庆市“十四五”能源发展规划》提出：“完善天然气输气管网。按照国家部署，协同推进川气东送二线重庆段建设，形成“一纵三横多支线”跨省管网格局，增强川渝天然气资源服务全国能源保障能力。”

川气东送二线管道工程已经列入《重庆市“十四五”能源发展规划》，与规划相符。

4.8 与“三线一单”的符合性分析

4.8.1 与四川省“三线一单”的符合性分析

四川省人民政府于 2020 年 12 月 29 日发布了《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9 号)。根据文件相关要求，四川省“三线一单”中将国土空间划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类环境管控单元。

——优先保护单元。共 375 个，优先保护单元中，生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理，其中自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动；一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济”。

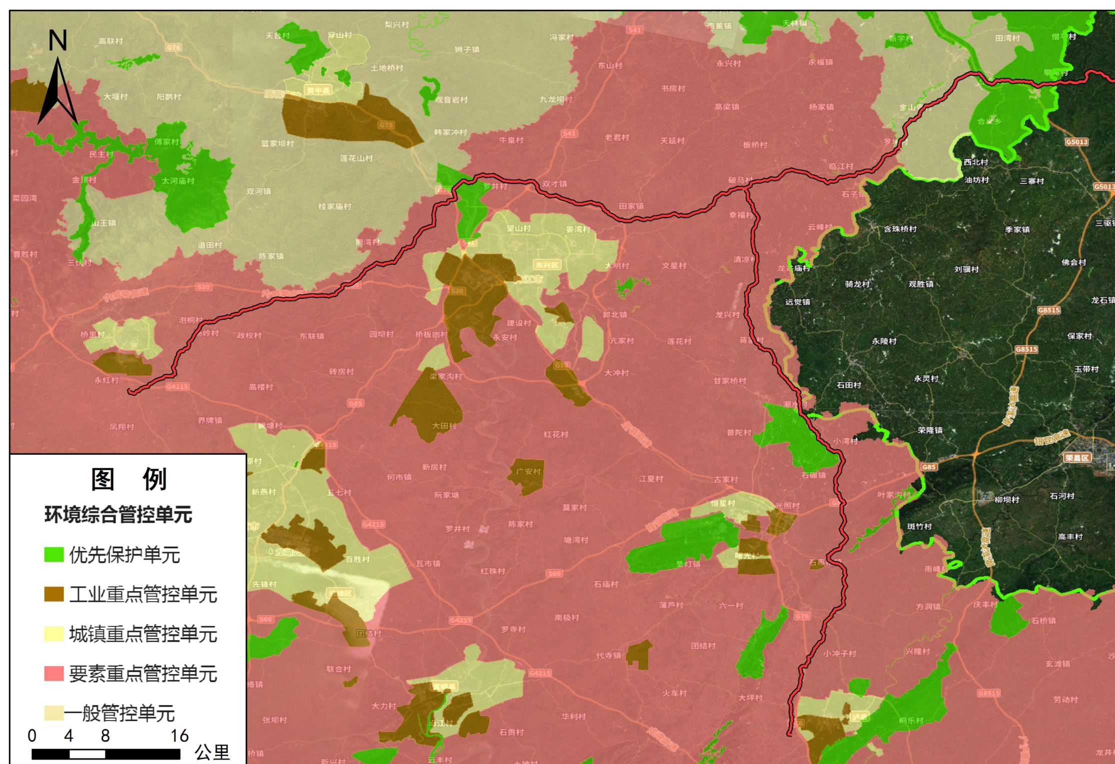


图 4.8-1　本工程与四川省“三线一单”位置关系

——重点管控单元。共 625 个，重点管控单元中，针对环境质量是否达标以及经济社会发展水平等因素，制定差别化的生态环境准入要求，对环境质量不达标区域，提出污染物削减比例要求，对环境质量达标区域，提出允许排放量建议指标。

——一般管控单元。共 128 个，在布局方面，对一般管控单元中的限制开发区域(农产品主产区)限制进行大规模高强度工业化城镇化开发，对农用地优先保护区严格控制有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等，原则上不增加产能。此外，对其中的要素重点管控区提出水和大气污染重点管控要求。对其中的基本农田提实施永久特殊保护，不得擅自占用和改变用途。

经核实，本工程穿越处 9 处环境管控单元，其中 3 处优先保护单元，包括内江市穿越 2 处，在安岳县穿越 1 处，均为一般生态空间，见图 4.8-1。根据关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求，针对建设项目的管控限制主要针对大规模、高强度的工业开发和城镇建设，本工程为天然气输送管道类项目，属于以生态影响为主的基础设施类建设项目，优先保护单元内工程内容包括施工作业带、施工便道等临时工程，采取了临时

占地生态修复措施，本工程不属于管控要求中提出的禁止类项目或开发建设活动。因此，本工程的建设符合四川省关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求。

4.8.2　与重庆市“三线一单”的符合性分析

重庆市人民政府于 2020 年 4 月 24 日发布了《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11 号)。根据文件相关要求，重庆市“三线一单”中将国土空间划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类环境管控单元。

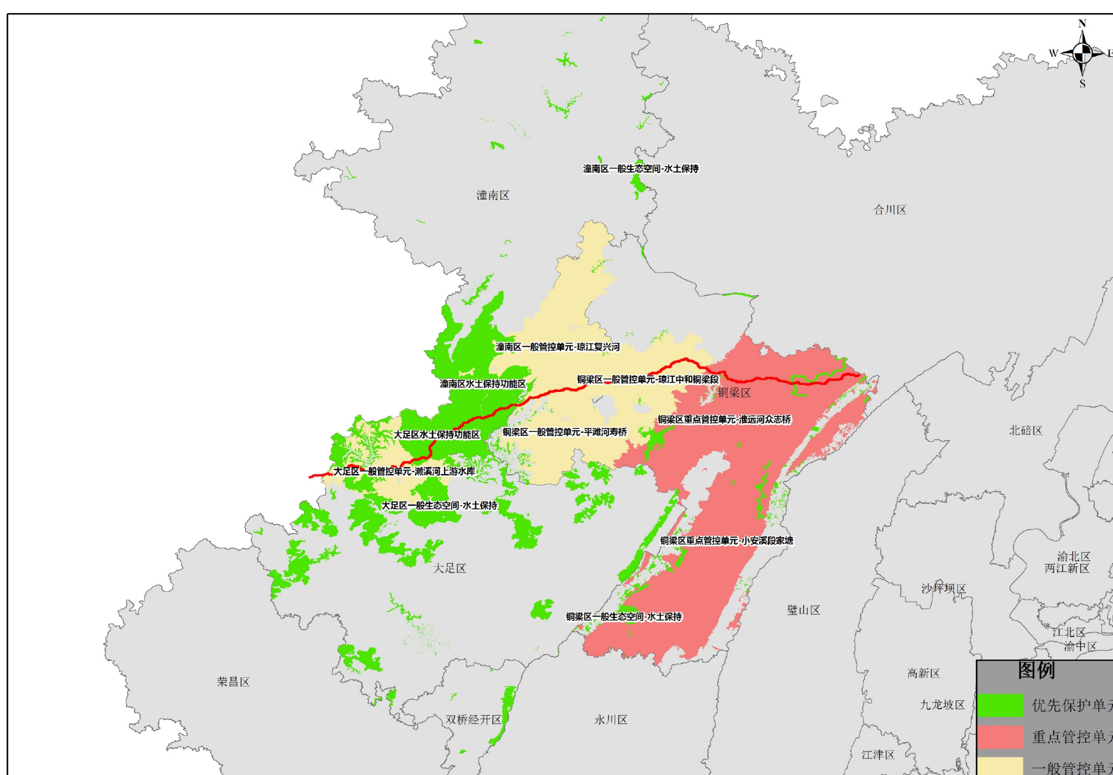


图 4.8-2　本工程与重庆市“三线一单”位置关系

——优先保护单元。共 479 个，指以生态环境保护为主的区域，主要包括饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等。优先保护单元依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

——重点管控单元。共 188 个，指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括人口密集的城镇规划区和产业集

聚的工业园区(工业集聚区)。重点管控单元优化空间布局，不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

——一般管控单元。共 118 个，指除优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求。

本工程穿越处重庆市 11 处环境管控单元，其中 5 处优先保护单元，包括潼南 2 处、大足 2 处和铜梁 1 处，具体见图 4.8-2。根据关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求，针对建设项目的管控限制主要针对大规模、高强度的工业开发和城镇建设、排放大量废水高污染以及重大环境风险的建设项目，本工程为天然气输送管道类项目，属于以生态影响为主的基础设施类建设项目，优先保护单元内工程内容包括施工作业带、施工便道等临时工程，采取了临时占地生态修复措施，本工程不属于管控要求中提出的禁止类项目或开发建设活动。因此，本工程的建设符合重庆市关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求。

表 4.8-1 本工程沿线穿越“三线一单”环境管控单元

序号	环境管控单元名称	行政区划	管控单元分类	备注
四川省				
1	威远县要素重点管控单元	内江市威远县	重点管控单元	
2	市中区要素重点管控单元	内江市市中区	重点管控单元	
3	内江市三水厂沱江对口滩水源地(市中区)	内江市市中区	**优先管控单元**	一般生态空间
4	内江市三水厂沱江对口滩水源地(东兴区)、大清流河岸线	内江市东兴区	**优先管控单元**	一般生态空间
5	东兴区要素重点管控单元	内江市东兴区	重点管控单元	
6	泸县要素重点管控单元	泸州市泸县	重点管控单元	
7	隆昌市要素重点管控单元	内江市隆昌市	重点管控单元	
8	四川安岳恐龙化石群地质自然公园、生态保护重要区	资阳市安岳县	**优先管控单元**	一般生态空间
9	安岳县一般管控单元	资阳市安岳县	一般管控单元	
重庆市				
1	潼南区一般管控单元-琼江复兴河	潼南区	一般管控单元 1	
2	潼南区一般生态空间-水土保持	潼南区	**优先保护单元 7**	
3	潼南区水土保持功能区	潼南区	**优先保护单元 6**	

续表 4.8-1 本工程沿线穿越“三线一单”环境管控单元

序号	环境管控单元名称	行政区划	管控单元分类	备注
4	大足区水土保持功能区	大足区	**优先管控单元 11**	
5	大足区一般管控单元-濑溪河上游水库	大足区	一般管控单元 3	
6	大足区一般生态空间-水土保持	大足区	**优先保护单元 12**	
7	铜梁区重点管控单元-淮远河众志桥	铜梁区	重点管控单元 2	
8	铜梁区一般管控单元-琼江中和铜梁段	铜梁区	一般管控单元 3	
9	铜梁区一般管控单元-平滩河寿桥	铜梁区	一般管控单元 1	
10	铜梁区一般生态空间-水土保持	铜梁区	**优先保护单元 10**	
11	铜梁区重点管控单元-小安溪段家塘	铜梁区	重点管控单元 1	

本工程总体上穿越了 20 个环境管控单元，其中 8 个优先管控单元，7 处重点管控单元，5 处一般管控单元。优先保护单元内工程内容包括施工作业带、施工便道等临时工程，本工程施工结束后对临时工程占地及时采取生态修复措施，运营期生活污水经处理后用于站场绿化，不外排，仅检修情况及非正常工况下产生少量放空废气。总体上，本工程建成后，排放的污染物种类、数量均较少，符合各四川省和重庆市及地方“三线一单”生态环境分区管控的要求。

表 4.8-2　工程四川省段穿越“三线一单”环境管控单元

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
ZH51052120005 要素重点管控单元 重点管控单元	详见 4.2 附件 2 第 4;5;9 条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	水环境农业污染重点管控区，严格项目引入政策，严控新建造纸、屠宰(压点升级 除外)、用、排水量达不到清洁生产二级或国内先进水平的农副产品加工企业。大气环境重点管控区覆盖全单元，严格项目引入政策，严控新建水泥厂、危废焚烧、 砖瓦厂、陶瓷厂等以大气污染为主的企业。现有玻璃、钢铁、水泥企业限制发展,推动行业企业超低排放改造。其他同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-允许开发建设活动要求	
		间布局约束-不符合空间布局要求活动的退出要求	逐步引导现有玻璃、钢铁、水泥、白酒等企业搬迁入园，不符合用地性质及排放标准的企业应限期关闭。现有园区外工业企业原则上限制发展，技改、扩建污染物排放实行区域等量或倍量替代，并进一步加强日常环保监管；钢铁、石化、化工、焦化、有色等高污染项目原则上限制发展，要求污染物排放只降不增；不具备合法手续，或污染物排放超标、环境风险不可控的企业，限期进行整改提升，通过环保、 安全、工艺装备升级等落实整改措施并达到相关标准实现合法生产，整改后仍不能 达到要求的，属地政府应按相关要求责令关停并退出。其他同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求。
		污染物排放管控-现有源提标升级改造	现有燃煤锅炉适时提标执行特别排放限值。其他同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求。
		污染物排放管控-新增源等量或倍量替代	同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求。

环境管控单元 基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
		污染物排放管控-新增源排放标准限值	新、改、扩建项目执行大气污染物特别排放限值。
		污染物排放管控-污染物排放绩效水平准入要求	水环境农业污染重点管控区内，新、改扩建白酒酿造企业需参考《长江经济带战略环境评价四川省泸州市“三线一单"生态环境分区管控优化完善研究报告》中“泸州市白酒行业资源环境绩效指标"提出的相应区域污染物排放约束性管控指标。大 气布局敏感重点管控区、大气弱扩散重点管控区，应控制工业、生活污染源，减少 移动源污染物排放。打好柴油货车污染治理攻坚战，实施“车、油、路、管”综合整治；加快老旧车辆的淘汰和不达标车辆的整治。加强渣土运输车辆规范化管理,严格实施密闭运输，强化城乡结合部环境监管。大中型矿山达到绿色矿山标准,引导小型矿山按照绿色矿山标准规范发展；加强矿山采选废水的处理和综合利用工作，选矿废水全部综合利用，不外排，采矿废水应尽量回用。页岩气开采过程中钻井废水和压裂返排液应优先进行回用，平台钻井废水回用率、平台或区域压裂返排液回用率均应达到 85%以上。页岩气开采过程中钻井作业应全程采用岩屑不落地工 艺对钻井岩屑进行分类收集、储存和转运。水基岩屑液相回收重复利用、固相资源化综合利用，油基岩屑油相回收重复利用、固相资源化综合利用或按危废处置。其他同泸州市环境要素重点管控单元总体准入要求。
ZH51100210001 内江市三水厂沱江对口滩水源地(市中区)优先保护单元	详见4.2附件 2第7;8;12条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	生态保护红线：同优先保护单元总体准入要求； 基本农田：除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用饮用水水源保护区：同优先保护单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	同优先保护单元总体准入要求
		空间布局约束-允许开发建设活动要求	同优先保护单元总体准入要求

环境管控单元 基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
		空间布局约束-不符合空间布局要求活动的退出要求	-区外企业内江市合力路通建材有限公司可继续保留，但染物排放及环境风险满足管 理要求，否则应按相关要求责令关停并退出。 -其他同优先保护单元总体准入要求
ZH51100220007 市中区要素重点管控单元 重点管控单元	详见4.2附件 2 第1;7;8条	空间布局约束-禁止开 发建设活动的要求	同要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	(1)大气环境重点管控区覆盖全单元，应结合区域环境特征和发展定位，严格项目引入政策，控制引入砖瓦厂、陶瓷厂、混凝土及制品等以大气污染为主的企业。 (2)其他同要素重点管控单元总体准入要求。
		空间布局约束-允许开发建设活动要求	
		空间布局约束-不符合空间布局要求活动的退出要求	-区外企业：内江市东桐机械厂、四川德元药业集团有限公司、内江市市中区佳林食品厂、内江市中区凤池机砖厂、内江市市中区朝阳卷子坳机砖厂、内江市市中区技高机砖厂以及内江市中区兴厚屠宰场等可继续保留，若有不具备合法手续，或污染 物排放超标、环境风险不可控的企业，限期进行整改提升。 -其他同要素重点管控单元总体准入要求
		污染物排放管控-其他污染物排放管控要求	(1)到 2023 年底，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求，所有建制 镇具备污水处理能力。 (2)2025 年 PM2.5 浓度 34.2 微克/立方米，优良率 87.4%;2035 年 PM2.5 浓度 32 微克/立 方米，优良率 90.0%;SO2、NO2、CO、O3 全部达标。 (3)到 2025 年，生活垃圾无害化处理率达到 95%以上；污泥无害化处置率 60%。 (4)应控制工业、生活污染源，减少移动源污染物排放。打好柴油货车污染治理攻 坚战，实施“车、油、路、管”综合整治；加快老旧车辆的

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
			淘汰和不达标车辆的整治。加强渣土运输车辆规范化管理，严格实施密闭运输，强化城乡结合部环境监管。 (5)其他要求同要素重点管控单元总体准入要求。
ZH51101110001 内江市三水厂沱江对口滩水源地(东兴区)、大清流河岸线优先保护单元	详见4.2附件2第7;11;12条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	生态保护红线：同优先保护单元总体准入要求； 基本农田：除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用； 饮用水水源保护区：同优先保护单元总体准入要求； 优先保护岸线：同优先保护单元总 体准入要求.
ZH51101120004 东兴区区要素重点管控单元 重点管控单元	详见4.2附件2第1;7;11条	空间布局约束-禁止开 发建设活动的要求	同要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开 发建设活动要求	(1)大气环境重点管控区覆盖全单元，应结合区域环境特征和发展定位，严格项目引入政策，控制引入砖瓦厂、陶瓷厂、混凝土及制品等以大气污染为主的企业。 (2)其他同要素重点管控单元总体准入要求。

环境管控单元 基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
		污染物排放管控-其他 污染物排放管控要求	(1)到 2023 年底，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求，所有建制镇具备污水处理能力。 (2)2025 年 $PM_{2.5}$ 浓度 34.2 微克/立方米，优良率 87.4%;2035 年 PM2.5 浓度 32 微克/立方米，优良率 90%;SO_2、NO_2、CO、03 全部达标。 (3)到 2025 年，生活垃圾无害化处理率达到 95%以上；污泥无害化处置率 60%。 (4)应控制工业、生活污染源，减少移动源污染物排放。打好柴油货车污染治理攻 坚战，实施“车、油、路、管”综合整治；加快老旧车辆的淘汰和不达标车辆的整 治。加强渣土运输车辆规范化管理，严格实施密闭运输，强化城乡结合部环境监管。 (5)其他要求同要素重点管控单元总体准入要求。
ZH51102420006 威远县要素重点管控单元 重点管控单元	详见 4.2 附件 2 第 1;7;14 条	空间布局约束-禁止开 发建设活动的要求	同要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开 发建设活动要求	(1)应结合区域环境特征和发展定位，严格项目引入政策，控制引入砖瓦厂、陶瓷厂、混凝土及制品等以大气污染为主的企业。 (2)其他同要素重点管控单元总体准入要求。
		空间布局约束-不符合空间布局要求活动的退出要求	区外企业：威远县天宫永恒耐火材料厂等多家企业可继续保留，但涉及钢铁、石化化工等原则上限制发展，并要求污染物排放只降不增；若有不具备合法手续，或污染物排放超标、环境风险不可控的企业，限期进行整改提升。 -同要素重点管控单元总体准入要求

环境管控单元 基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
		污染物排放管控-其他污染物排放管控要求	(1)到 2023 年底，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求，所有建制镇具备污水处理能力。 (2)2025 年 PM2.5 浓度 34.2 微克/立方米，优良率 87.4%;2035 年 PM2.5 浓度 32 微克/立方米，优良率 90.0%;SO_2、NO_2、CO、O_3全部达标。 (3)到 2025 年，生活垃圾无害化处理率达到 95%以上；污泥无害化处置率 60%。 (4)应控制工业、生活污染源，减少移动源污染物排放。打好柴油货车污染治理攻坚战，实施“车、油、路、管”综合整治；加快老旧车辆的淘汰和不达标车辆的整治。加强渣土运输车辆规范化管理，严格实施密闭运输，强化城乡结合部环境监管 (5)其他要求同要素重点管控单元总体准入要求。
ZH51108320006 隆昌市要素重点管控单元 重点管控单元	详见 4.2 附件 2 第 1;3;7 条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	同要素重点管控单元总体准入要求
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	(1)大气环境重点管控区覆盖全单元，应结合区域环境特征和发展定位，严格项目引入政策，控制引入砖瓦厂、陶瓷厂、混凝土及制品等以大气污染为主的企业。 (2)其他同要素重点管控单元总体准入要求。
		污染物排放管控-其他污染物排放管控要求	(1)到 2023 年底，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求，所有建制 镇具备污水处理能力。 (2)2025 年 PM2.5 浓度 34.2 微克/立方米,优良率 87.4%;2035 年 $PM_{2.5}$浓度 32 微克/立方米，优良率 90.0%;SO_2、NO_2、CO、O_3全部达标。 (3)到 2025 年，生活垃圾无害化处理率达到 95%以上；污泥无害化处置率 60%。 (4)其他要求同要素重点管控单元总体准入要求。

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
ZH51202110002 四川安岳恐龙化石群地质自然公园、生态保护重要区 优先保护单元	详见 4.2 附件 2 第 2;6;10 条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	禁止大规模农业开发活动，包括大面积开荒、规模化养殖、捕捞活动，禁止纺织印染、制革、造纸印刷、石化、化工、医药、非金属、黑色金属、有色金属等制造业活动，禁止不符合城市发展规划的房地产开发活动，禁止生产《环境保护综合名录(2017 年版)》所列“高污染、高环境风险”产品活动中与省委省政府明确的地方主导产业不符的产品活动，禁止《环境污染强制责任保险管理办法》所指的环境高风 险生产经营活动，以及法律法规禁止的其他活动。
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	(1)执行优先保护单元总体准入要求。 (2)按现行法律法规执行，参照主体功能区中限制开发区管控。
ZH51202130007 一般管控单元 一般管控单元	详见 4.2 附件 2 第 2;10;13 条	空间布局约束-禁止开发建设活动的要求	执行一般管控单元总体准入要求。
		空间布局约束-限制开发建设活动要求	执行一般管控单元总体准入要求。
		空间布局约束-不符合空间布局要求活动的退出要求	单元内薯类加工企业尽快入园及污水集中治理
		污染物排放管控-现有源提标升级改造	加大农村生活污染物收集处理
		污染物排放管控-新增源等量或倍量替代	执行一般管控单元总体准入要求。单元内的大气、水重点管控区执行要素重点管控要求。
		污染物排放管控-污染物排放绩效水平准入要求	(1)控制柠檬种植施肥量，深入推进测土配方施肥和农作物病虫害统防统治与全程绿色防控，加大有机肥替代化肥力度，化肥、农药使用量实现负增长。(2)推广污 染少、效益好优良水产养殖品种，逐步减少、淘汰高污染品种，严格水产养殖投入 品管理。

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
		环境风险防控-污染地块管控要求	执行一般管控单元总体准入要求。单元内的大气、水重点管控区、土壤优先保护区执行要素重点管控要求。
		环境风险防控-企业环境风险防控要求	执行一般管控单元总体准入要求。单元内的大气、水重点管控区、土壤优先保护区执行要素重点管控要求。
		资源利用效率要求-水资源利用效率要求	执行一般管控单元总体准入要求。单元内的大气、水重点管控区执行要素重点管控要求。
		资源利用效率要求-能源利用效率要求	执行一般管控单元总体准入要求。

表 4.6-2　工程重庆市段穿越“三线一单”环境管控单元

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
ZH50011110011 大足区水土保持功能区 优先保护单元	详见4.2附件2第;2;3条	污染物排放管控	
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	
ZH50011110012 大足区一般生态空间-水土保持 优先保护单元	详见 4. 2附件 2 第2;3;6条	空间布局约束	
		污染物排放管控	
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	
ZH50011130003 大足区一般管控单元-濑溪河上游水库 一般管控单元	详见 4. 2附件 2 第2;3;4条	空间布局约束	按照“畜禽养殖”三区要求，有计划搬迁或者关闭禁养区内畜禽养殖场。
		污染物排放管控	加强农业面源污染治理。严禁过度养殖、肥水养殖。加快推进建制镇合流制排水系统的雨污分流改造雨污管网，难以改造的，应采取截流、调蓄和治理等措施。在玉滩水库水质未达标前，严格限制新增超标水污染因子的工业项目。
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	
ZH50015110010 铜梁区一般生态空间-水土保持 优先保护单元	详见 4. 2附件 2 第3;6;8条	空间布局约束	企业创业基地开发建设过程中注意控制开发边界，不得侵占一般生态空间。
		空间布局约束	限制引入高耗水、高排水项目。引导现有企业和后续入驻企业向工业园区或者小企业创业基地聚集。旧县小企业创业基地开发建设时避让旧县小安溪自来水厂水源地保护区。

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
ZH50015120001 铜梁区重点管控单元-小安溪段家塘 重点管控单元	详见 4. 2附件 2第3;7;8条	污染物排放管控	对不能满足总量控制和水环境质量目标要求的工业企业进行综合治理，对不能稳定达标排放、未完成限期治理任务的排污企业实施停产治理；加强对重点污染企业的监控。加强农业面源治理。加快推广使用低毒、低残留农药，推进化肥农药使用减量化。持续推进企业大气污染防治，加强涉及挥发性有机物排放企业的 VOCs 的治理，新建涉及喷涂的建设项目鼓励使用环保涂料。鼓励烧结砖瓦窑开展错峰生产。加快推进大庙组团污水处理厂建设，完善区域配套管网。城市建成区生活污水集中处理率达到 95%；镇街生活污水集中处理率达到 85%。启动小安溪流域适养区畜禽养殖 场(户)环境污染整治， 建立示范项目， 引导畜禽养殖场(户)规范化养殖。
		环境风险管控	建设环境应急物资储备库，企业环境应急装备和储备物资应纳入储备体系。小企业基地应开展环境影响评价工作，并建立环境风险防控体系。生产、存储危险化学品及产生大量废水的企业，应配套有效措施，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。
		资源开发效率要求	推行节水措施和中水回用提高水资源回用率。鼓励工业企业实施中水回用，推进造纸、化工等重点行业工业水循环利用。
ZH50015120002		空间布局约束	除在安全或产业布局等方面有特殊要求的项目外，新建有污染物排放的工业项目，应当进入工业园区/工业集聚区。限制引入高耗水、高排水项目。铜梁高新区的白土坝片区采取“腾笼换鸟”的方式，推动现有产业提档升级，发展环境影响小、风险可控的产业。
		污染物排放管控	城市建成区生活污水集中处理率达到 95%；镇街生活污水集中处理率达到 85%。城市生活污水处理厂全面达到一级 A 排放标准，生活污水处理厂污泥无害化处置率达到 100%。大力推广清洁能源，禁止新建 20 蒸吨以下小燃煤锅炉。鼓励烧结砖瓦窑开展错峰生产。持续推进企业大气污染防治，加强涉及挥发性有机物排放企业的 VOCs 的治理，新建涉及喷涂的建设项目鼓励使用环保涂料。

环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
铜梁区重点管控单元-淮远河众志桥 重点管控单元	详见 4.2附件 2第3;7;8条	环境风险管控	严格限制居住区周边布设企业类型，不宜引入存在重大环境风险的工业企业。小企业基地应开展环境影响评价工作，并建立环境风险防控体系。生产、存储危险化学品及产生大量废水的企业，应配套有效措施，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。产生、利用或处置固体废物(含危险废物)的企业，在贮存、转移、利用、处置固体废物(含危险废物)过程中，应配套防扬散、防流失、防渗漏及其他防止污染环境的措施。
		资源开发效率要求	在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的，应当在城市人民政府规定的期限内改用天然气、页岩气、液化石油气、电或者其他清洁能源。推行节水措施和中水回用提高水资源回用率。鼓励工业企业实施中水回用。
ZH50015130001 铜梁区一般管控单元-平滩河寿桥 一般管控单元	详见 4.2附件 2第3;4;8条	污染物排放管控	完善污水管网建设，提高污水收集处理率
		资源开发效率要求	推行节水措施和中水回用提高水资源回用率。
ZH50015130003 铜梁区一般管控单元-琼江中和铜梁段 一般管控单元	详见 4.2附件 2第3;4;8条	污染物排放管控	完善污水管网建设，提高污水收集处理率。
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	推行节水措施和中水回用提高水资源回用率。
		空间布局约束	
ZH50015210006 潼南区水土保持功能区 优先保护单元	详见 4.2附件 2第1;3;5条	污染物排放管控	
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	
ZH50015210007 潼南区一般生态空间-水土保持 优先保护单元	详见 4.2附件 2第3;5;6条	空间布局约束	
		污染物排放管控	
		环境风险管控	
		资源开发效率要求	

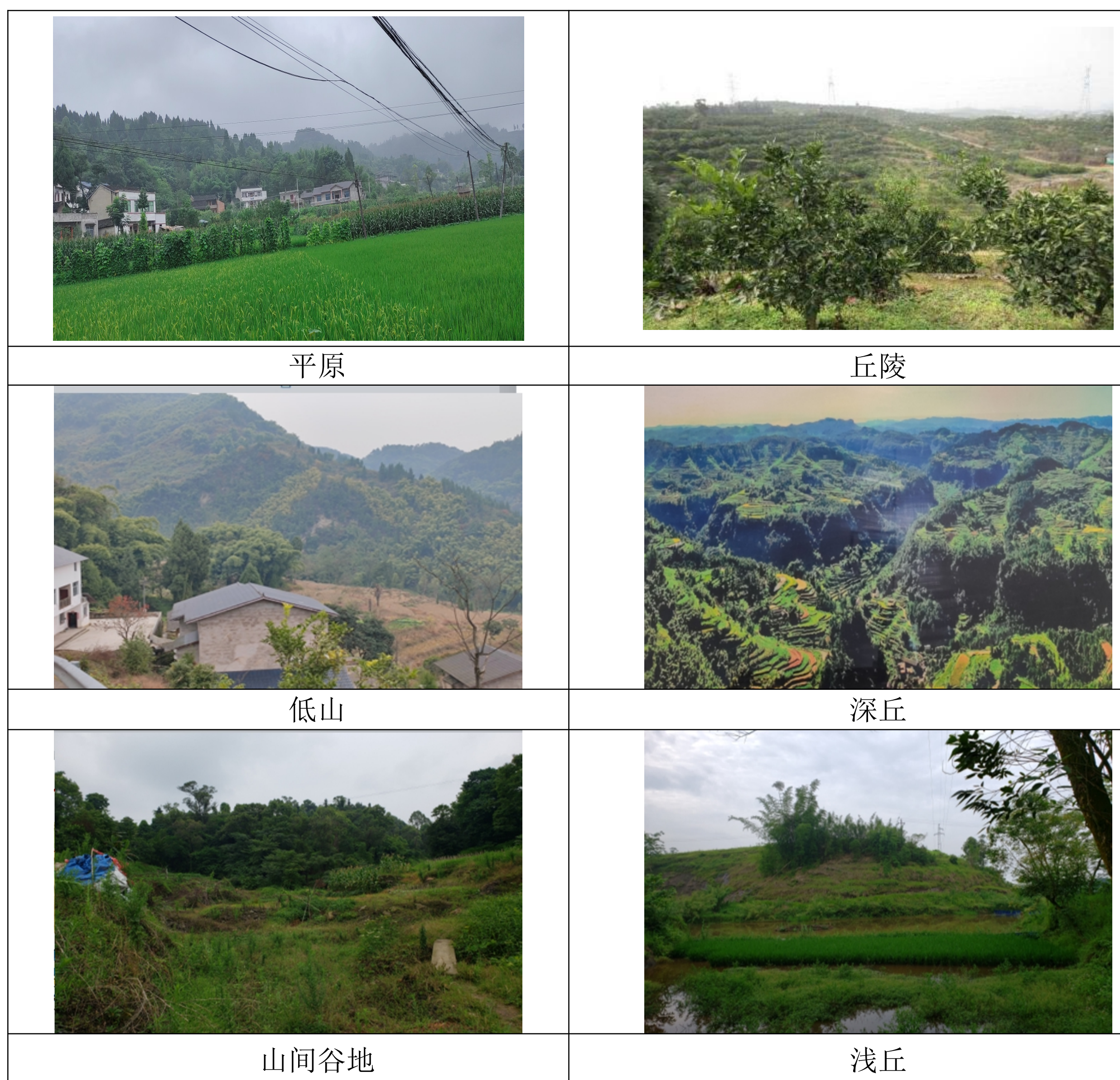
环境管控单元基本信息	区域管控要求	管控类别	单元管控要求
ZH50015230001 潼南区一般管控单元-琼江复兴河 一般管控单元	详见 4.2附件 2第3;4;5条	空间布局约束	不得新建高污染及涉及重金属污染的工业项，新建、扩建工业项目原则应入园或工业集中加工区。小渡镇属于禽畜养殖污染防治重点区域，优化布局，以地定畜，控制规模。
		污染物排放管控	工业企业严格达标排放；控制生活用煤数量，推动清洁能源使用。加强施工、道路、生产扬尘粉尘控制，减少城市建设裸露土地，加强交通污染治理。加强农业面源污染治理。严格执行畜禽养殖、水产养殖“三区”划定要求。
		环境风险管控	主城西片区总体环境风险防控要求。
		资源开发效率要求	

5　管道沿线区域环境概况

5.1　区域自然环境概况

5.1.1　地形地貌

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂(一阶段)线路所经地区主要为丘陵、平原地貌，沿线地形地貌如图 5.1-1，沿线地表状况统计如表 5.1-1。



平原	丘陵
低山	深丘
山间谷地	浅丘

图 5.1-1　线路沿线地形地貌

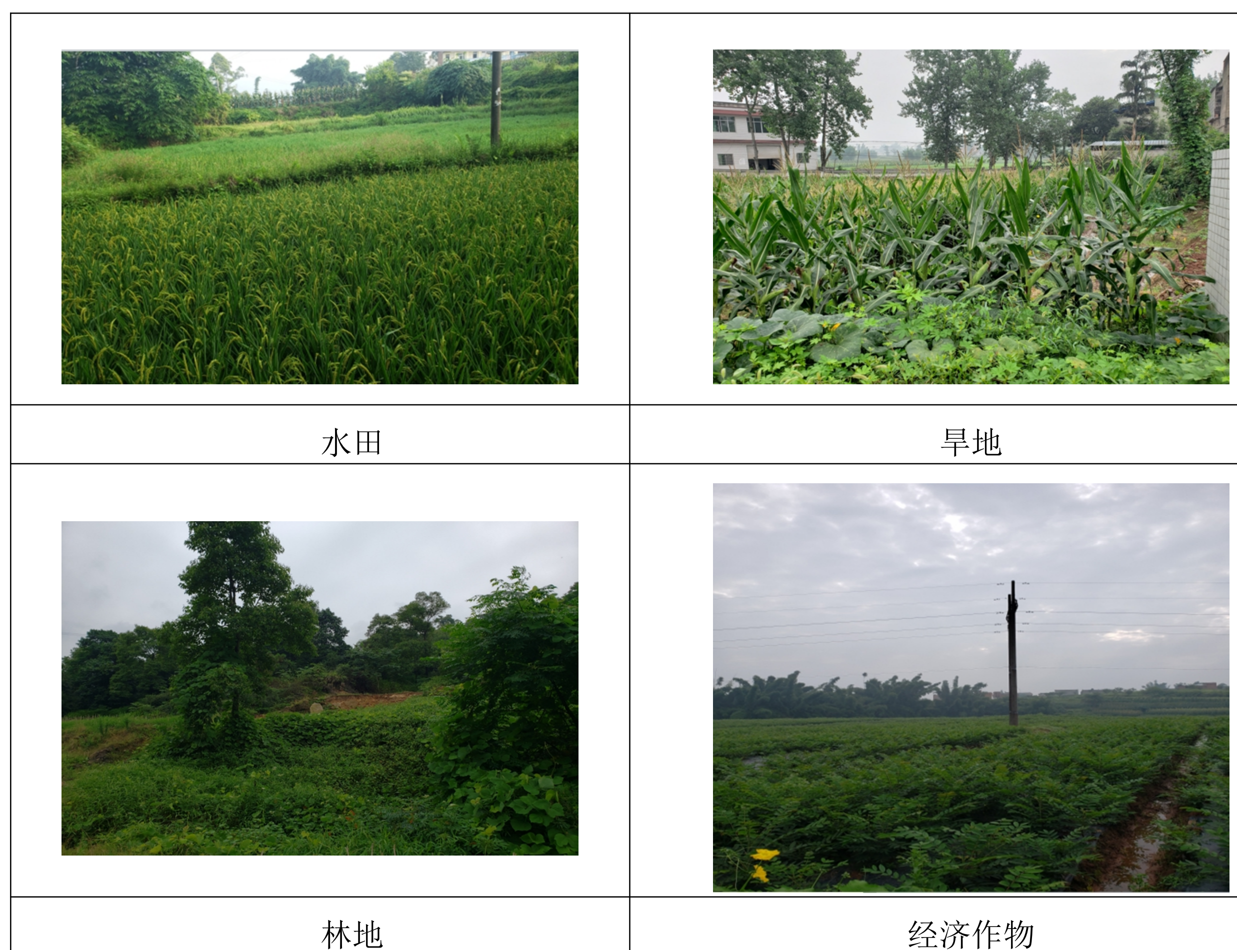
表 5.1-1　沿线地形地貌统计

序号	浅丘	深丘	山间平地	小计
1	223km	50.5km	9.27km	282.77km

5.1.2 地表状况

四川段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主。

重庆段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主，山地以林地为主，植被较为茂密。



水田	旱地
林地	经济作物

图 5.1-2 管道沿线植被

5.1.3 气象、气候特征

拟建线路由西向东沿四川省东南部和重庆市北部及东部敷设，沿线地形复杂，地貌类型多样。线路地处中亚热带湿润季风气候区，气候条件复杂其主要特点是：冬暖春早，夏热秋凉，四季分明，无霜期长；空气湿润，降水丰沛，暴雨频繁，径流不均；太阳辐射弱，日照时间短；多云雾，少霜雪；雨热同季，立体气候显著，气候资源丰富，气象灾害频繁。

沿长江、嘉陵江河谷海拔 300m 以下地区，年平均气温在较东南部山地

高处 3-5℃，线域内降水丰沛，但时空分布不均，多年平均降水量由西向东递增，山地一般多于平坝河谷，地域差异较大。东部和中部沿长江两岸广大地区常年降水量在 1200mm，降雨主要集中在 9 月，降水量占全年的 70%左右，其中 6-8 月降水量可达全年的 50%左右。重庆多雾，且不易消散，常形成大雾笼罩，素有“雾都”之称。雾的地域差异大，如长寿、北碚、合川一线，雾日呈增长趋势，年雾日 80 天，高山和深谷之中雾日更多。线域内中小河流域暴雨，地表径流汇集时间短，水位变幅大、陡落，极易造成暴雨洪灾。

5.1.4　沿线主要水文概况

5.1.4.1　地表水

本工程管道线路经过区域为长江流域，长江呈西向东流向，线路穿越其两岸支流。线路穿越的主要河流包括：沱江、威远河、乌龙河等。

沱江为长江一级支流，发源于四川盆地西北边缘的茶坪山脉九顶山，出汉旺入成都平原，于金堂汇绵远河、石亭江、湔江、卜阳河、毗河，纳岷江水系青白江，穿龙泉山入盆地丘陵区，经简阳、资阳、资中入内江县境。在境内过富溪、史家、史东、四合、东兴等乡镇后，环绕内江城区到椑木镇，转南流经联盟、中山、水晶、白马、沱江等乡镇，于大溪口入富顺县境，至泸州入长江，全长 629km，流域面积 27900km^2，其中在内江县沱江乡龙门镇以上流域面积 19329km^2，内江市境内(含内江市市中区)干流长 71.68km。沱江内江段中，有河心坝 5 个，湾沱 8 个，滩口 14 个，多年淤积而成的河沿大小坝 11 个。河道纵坡平缓，天然落差 24m，平均比降 0.345%；河面宽 200m～400m 左右；河谷多成宽浅复式 U 字形河槽，河岸一般高 6m 左右；常年通航 15～50 吨木船或机动船。据石盘滩水文站测，多年平均流量为 350.37m^3/s，年径流量 111.51 亿 m^3，1958 年 4 月 8 日最枯流量为 19.2m^3/s。1981 年 7 月，沱江资中县登瀛岩水文站最高洪峰水位 339.92m，相应流量 14000 m^3/s，下游李家湾站洪峰水位 273.26m，洪峰流量 15200m^3/s。

5.1.4.2　地下水

1)　四川段

该类地下水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少

量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5～5m，该类地下水埋藏浅，对管道建设影响表现为对管沟开挖困难和斜坡的稳定性有影响。

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

2） 重庆段

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

基岩裂隙水主要由大气降水补给，同时由于广大丘陵区水文网发育，水库塘堰较多，稻田广布，因而也受地表水入渗补给。径流条件受地形条件限制，一般在一定沟谷洼地中就地补给，由高向低运动，于砂岩坎下、山脚坡麓以泉的形式排泄，一般地表分水岭为地下水的分水岭。

5.1.5 地质灾害与不良地质现象

5.1.5.1 沿线地震断裂带概况

线域经过区所处大地构造上属扬子准地台(Ⅰ级构造单元)的次级构造(Ⅱ级构造单元)四川台坳(重庆台坳)，三级构造单元属川东(重庆)陷褶束(图3.1)，区内构造形迹以北北东、北东走向梳状褶皱为主，出露的中生代地层主要为三叠系和侏罗系，局部有白垩系。在古生代，该区相对于川东台拱是沉降区，除缺失部分古生界外，其余地层发育齐全，拗陷中心，从早至晚大致有从南东向北西迁移的趋势；到中生代，特别是侏罗纪和白垩纪时，拗陷中心，已向西迁至川中和川西地区，而川东则逐渐隆升成陆。

根据地震评价中间成果资料，本工程管道没有与活动断裂带交叉。

5.1.5.2 沿线灾害性地质

沿线灾害地质类型主要有岩溶塌陷、软土和不均匀沉降、泥石流、崩塌、滑坡、不稳定斜坡、洪水冲蚀、河谷侵蚀、山地横坡敷设、沟(河)岸坍塌等。

5.2 站场周围环境概况

威远/泸县-铜梁干线共设4座输气站场，分别为威远首站、泸县首站、内江注入站、铜梁压气站。其中铜梁压气站与中贵线铜梁分输实现互联互通。

5.2.1 威远首站

威远首站距G4215蓉遵高速直线距离约770m，距207省道直线距离约470m，距最近的乡村道路约200m。站址周边有散居民房。场地地势平坦，地表全部种植为农作物。



图 5.2-1　威远首站航拍照片

5.2.2　泸县首站

泸县首站距离泸县约 2.5km，距龙城大道直线距离约 1.3km，距最近的乡村道路约 150m。站址周边有散居民房。需拆迁距工艺设备 30m 范围的部分民房以及距站场围墙 1.5 倍杆高距离的架空线。场地地势高差较大，地表为林地和旱地。



图 5.2-2　泸县首站航拍照片

5.2.3 内江注入站

内江注入站位于内江市东兴区东北方向，距内江市城区直线距离约18km，向东距白合镇约3.6km，向北距省道206约260m，向东距渝蓉高速约26km。站址现状为旱地、林地，比较开阔，地势比较平坦，局部有隆起小型山丘。



图5.2-3 内江注入站航拍照片

5.2.4 铜梁压气站

铜梁压气站位于铜梁区西北方向约7.5km处，向西距太平镇约2km，向南距印盒村约900m，向西南方向距凉班路约600m，向东距国道319约1.8km，向东北距渝遂高速约1.5km。站址西南方向距中贵线铜梁输气站约1km。站址现状性质为林地，比较开阔，场地为隆起山丘，高度约50m。



图5.2-4 铜梁压气站航拍照片

6 生态环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则——生态影响》(HJ19-2022)，本工程生态环境影响评价等级为三级。生态环境现状调查评价范围是以管线为中心两侧各 300m，长 282.77km 的带状区域；管道沿线施工作业带范围作为直接扰动影响评价范围。生态影响评价范围与生态现状调查评价范围基本一致。但由于对生态的影响主要发生在管线施工作业带范围内，因此，本次评价把该范围作为生态评价重点。

本工程线路未穿越生态环境敏感目标。生态环境现状调查与评价采用资料收集和现场调查相结合的方法，充分利用遥感和地理信息系统等技术手段，对评价范围内生态环境现状作出评价。利用该区域 TM 卫星影像及收集的相关资料，初步判断评价范围周围土地利用、植被类型、敏感目标状况，从中找出分辨困难的点位；然后进行现场考察，进一步明确评价范围内土地利用类型、植被类型、敏感目标保护状况等生态环境质量现状，从而确定卫片中模糊点的生境组成；在实地调查的基础上，确定典型的群落地段进行样方调查。最后利用 ArcGIS 软件将 TM 卫片与地形图、植被图、管线走向图等纠正对准，经人工目视解译，提取评价范围内土地利用数据、植被数据，依据各项数据和图表对生态环境现状给出定量与定性的评价。

管道沿线生态环境现状调查于 2021 年 8 月 15 日至 19 日，9 月 20 日至 21 日，10 月 15 日至 20 日，2022 年 8 月 4 日-8 月 7 日进行。调查的主要方法是沿管线在不同的生境类型中布设样线调查、走访调查、查阅相关文献和资料，以及结合新闻报道等方法；野生动物调查样线根据管线涉及范围内的不同生境布设，样线涉及区域涵盖了不同的生境，即不同生境中生存的野生动物能够被全面调查；

管线所经地区均位于开发历史久远、人类活动频繁的地区(如长期耕作、采伐、毁林开荒等)，森林植被经过长期人为破坏和过度利用，大多演变成人工栽培植被及少量次生灌草丛植被，因此，群落的组成和结构都较简单。目前管道沿线主要为农田、人工林地、园地等。

6.1 管线生态环境现状调查

6.1.1 管道沿线生态功能区

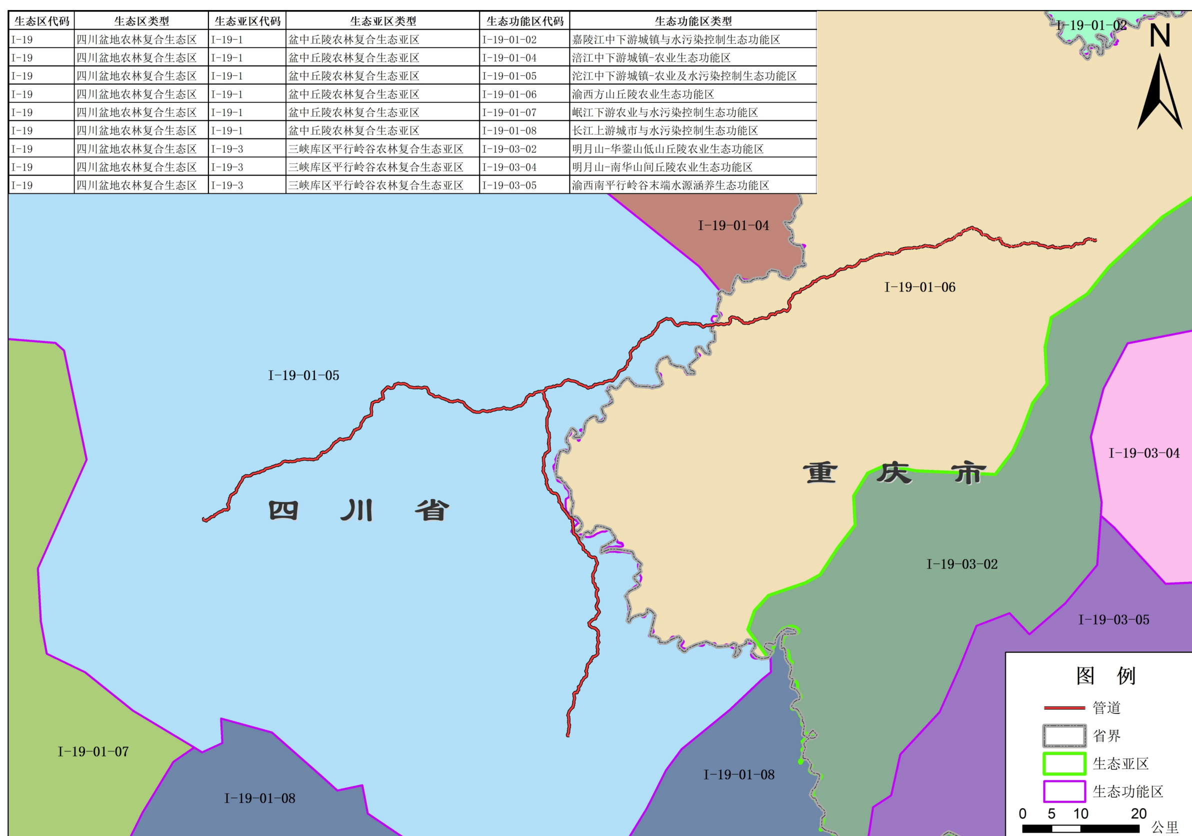
生态功能区划是依据区域生态环境敏感性、生态服务功能重要性以及

生态环境特征的相似性和差异性而进行的地理空间分区。

管道全长约 282.77km。其中，四川省境内 199.25km，重庆市境内 83.52km。根据《四川省生态功能区划》和《重庆市生态功能区划》，管道工程沿途主要经过 2 个生态功能区，具体见表 6.1-1 和图 6.1-1。两个生态功能区的地形地貌、植被类型和突出生态问题较为相似，工程距离相对较短，主要动植物类群无较大地理差异，各生态功能区的特点和突出问题分述如下：

表 6.1-1 管道工程沿途的生态功能区类型

序号	生态区	生态亚区	生态功能区
1	I-19 四川盆地农林复合生态区	I-19-1 盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-1-05 沱江中下游城镇、农业及水污染控制生态功能区
2			I-19-1-06 渝西方山丘陵农业生态功能区



生态区代码	生态区类型	生态亚区代码	生态亚区类型	生态功能区代码	生态功能区类型
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-02	嘉陵江中下游城镇与水污染控制生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-04	涪江中下游城镇-农业生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-05	沱江中下游城镇-农业及水污染控制生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-06	渝西方山丘陵农业生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-07	岷江下游农业与水污染控制生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-1	盆中丘陵农林复合生态亚区	I-19-01-08	长江上游城市与水污染控制生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-3	三峡库区平行岭谷农林复合生态亚区	I-19-03-02	明月山-华蓥山低山丘陵农业生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-3	三峡库区平行岭谷农林复合生态亚区	I-19-03-04	明月山-南华山间丘陵农业生态功能区
I-19	四川盆地农林复合生态区	I-19-3	三峡库区平行岭谷农林复合生态亚区	I-19-03-05	渝西南平行岭谷末端水源涵养生态功能区

图 6.1-1 本工程与四川省、重庆市生态功能区划关系示意

6.1.2.1 沱江中下游城镇、农业及水污染控制生态功能区

该区位于四川盆地中部偏西南，跨成都、德阳、资阳、眉山、内江、自贡、宜宾市的22个县级行政区。主要生态系统类型有农田、城市和水生生态系统。主要生态问题是森林覆盖率低，水土流失，耕地垦殖过度，农村面源污染，地表径流水质污染严重。区域内土壤侵蚀中度敏感，水环境污染极度敏感，酸雨轻度敏感。主要生态发展建设方向是发挥中心城市辐射作用，发展生态农业经济，发展农业养殖业，以及农业副产品为主要原料的工业，适度发展轻纺工业和化工，防治农村面源污染和地表径流水质污染。

6.1.2.2　渝西方山丘陵农业生态功能区

该区包括合川区、潼南区、铜梁区、大足区、双桥区和荣昌市，地貌以丘陵和平原为主，森林覆盖率也较低。区内主要河流有嘉陵江、渠江、涪江、濑溪河、窟窿河、怀远河等，多年平均地表水资源量144.6亿方，亚热带气候，雨热同季，降水充沛，全年适合农作物生长。主要生态问题为缺水较严重，建设用地耕地面积大，森林覆盖率低，农村面源污染和次级河流污染较为严重，农业的生态环境保护和城郊型生态农业基地建设压力较大，矿山生态环境破坏和地质灾害普遍。主导生态功能是水资源与水生态保护、农业生态功能的维持与提高，辅助功能为水土流失预防与监督、面源污染、矿山污染控制。生态环境建设的主要方向为加强水资源保护利用，水土流失预防，农业生态环境建设和农村面源防治，加强农业基础设施建设，强制关闭污染严重的小煤窑、小矿山，开展矿山废弃物清理、生态重建与复垦，加强大中型水库的保护和建设工作等。

6.1.2　管道沿线植被类型现状

6.1.2.1 遥感分析

管道沿线所经区域位于开发历史久远、人类活动频繁的川渝地区，森林植被经过长期人为破坏和过度利用，大多演变成人工栽培植被，少量区域为次生混交林和灌草丛植被。因此，群落组成和结构都较简单。根据遥感影像解译结果，本段管线两侧300m评价范围面积15976hm²，植被面积占评价范围面积的92.67%。其中，农业植被面积9034.63hm²，占评价范围总面积的56.55%；含木、映山红、马尾松混交林面积4519.61hm²，占评价范围总面积的28.29%；竹林面积399.40hm²，占评价范围总面积的2.5%。评

价范围主要植被类型见表 6.1-2 及附图。

表 6.1-2　工程评价范围内主要植被类型

序号	植被型组	植被型	群系(类型)	分布区域	面积(hm²)	占比(%)
1	森林	常绿针叶林	柏木林	3#-4#阀室	313.13	1.96
2		针叶与阔叶混交林	含木、映山红、马尾松混交林	全线均有分布	4519.61	28.29
3		常绿阔叶林	桉树林	铜梁站以东	63.90	0.35
4		落叶阔叶林	构树林、白栎/短柄树林	LX3#-内江站；铜梁站以东	111.83	0.70
5		竹林	慈竹林、斑竹林、绿竹、麻竹林	大清流河两岸	399.40	2.50
6	灌丛	落叶阔叶灌丛	马桑灌丛	3#阀室以东	345.08	2.16
7	草地	灌草丛	扭黄茅、龙须草、白茅草丛	沱江穿越东岸-3 号阀室间	15.98	0.10
8	农业植被		夏稻、冬小麦、蚕豆、夏玉米、甘薯；冬油菜、苎麻、药用植物、桑、油桐、棕榈；甜橙、大红袍橘	全线	9096.73	56.94
9	无植被区		1、建设用地	全线	897.86	5.62
10			2、裸地	全线零星分散	4.79	0.03
11			3、水体	河流	215.69	1.35
合计					15976.00	100

6.1.2.2　现状调查

在充分考虑评价范围内不同植被类型基础上，在管线沿途共设定 40 个样方进行野外植被调查。植物样方涵盖评价范围内分布的 3 个自然植被型组，基本能反映全线的植被现状。

根据现场调查，管道沿线评价范围的 34 个调查样地内共发现 134 种植物，分属 56 科 101 属。其中蕨类植物 4 科 5 属 9 种，裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 50 科 94 属 123 种。最常见 7 个科分别是禾本科(19 种)、蔷

薇科(8 种)、菊科(9 种)、桑科(7 种)、五福花科(5 种)、豆科(6 种)、蓼科(5 种)。管道沿线植物样方调查统计表 6.1-3，样方调查表见表 6.1-4(1)-6.1-4(34)，详细植物物种名录见表 6.1-5。

现场调查未在评价范围内发现国家重点保护野生植物、四川省和重庆市保护植物以及古树名木，重点对分布于评价范围内的重庆五桂山楠木市级森林公园段进行了现场调查，评价范围内未发现国家重点二级保护植物楠木。

管道沿线主要植被群落类型植被群落见附图，植物群落概述如下：

——柏木林(Form. *Cupressus funebris*)

柏木为中国特有树种，分布很广，分布于海拔 1600 米以下，对土壤适应性广，耐寒性较强，少有冻害发生。评价范围内柏木数量较多，分布比较广泛，多为人工林，常与构树、枫杨或瓜木等形成混交林，多分布在路边或河流岸边，林下灌木层较少，林旁常有一年生或多年生的灌草混生，如黄荆、马桑、女贞、铁仔、棕榈、桑、勾儿茶、异叶榕、卷柏、金发草、裸果薹草、井栏边草、何首乌等。

——马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)

马尾松是中国南方森林生态系统一个主要类型之一，评价范围内马尾松多与其他阔叶林木形成混交林，例如毛泡桐、樟树等，其混交林林下植被丰富，可区分出灌木层和草本层，但灌木层植被较少，多以楤木、刺槐为多，草本植物非常丰富，有海金沙、接骨草、荩草、紫苏、地桃花、金星蕨和马唐等。

——桉树林(Form. *Eucalyptus robusta*)

桉树生长于阳光充足的平原、山坡和路旁，适生于酸性的红壤、黄壤和土层深厚的冲积土。评价范围内桉树主要在村庄和路边，桉树林下植被类型较少，冠层分区不明显，灌木层有毛桐、油桐、楤木、构树、白栎、悬钩子、展毛野牡丹、菱叶冠毛榕、葛等；草本植物主要包括粗齿冷水花、野菊、茅叶荩草、丝茅、井栏边草、海金沙、火炭母、蜈蚣草、贯众等。

——白栎林(Form. *Quercus fabri*)

白栎分布于中国陕西、江苏、安徽、浙江、江西、福建、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南等省区，生长在海拔 50-1900 米的

丘陵、山地杂木林中。评价范围内白栎见于路边，常与木姜子、盐麸木、化香树等形成以白栎为优势种的混交林，林下灌草种类较多，如黄荆、女贞、悬钩子、马桑、川莓、火棘、短序荚蒾、胡枝子、猫儿刺、裸果薹草、卷柏、海金沙、井栏边草、蜈蚣草、茜草等。

——构树林(Form. *Broussonetia papyrifera*)

构树在中国的温带、热带均有分布，不论平原、丘陵或山地都能生长，喜光，适应性强，耐旱、耐瘠，常野生或栽于村庄附近的荒地、田园及沟旁。构树林的结构比较容易区分，可区分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次，林下植被较多，灌木主要有宜昌荚蒾、异叶鼠李、八角枫、悬钩子、蛇莓、楤木、油桐等；草本较灌木更多，一般有荩草、小蓬草、喜旱莲子草、钻叶紫菀、香蒲、稗、莎草、狗尾草、火炭母、野菊、过路黄、粗齿冷水花、海金沙等。

——斑竹林(Form. *Phyllostachys reticulata*)

斑竹分布于中国黄河至长江流域各地，具喜温、喜阳、喜肥、喜湿、怕风不耐寒等习性，适生土层深厚疏松、肥沃、湿润、保水性能良好的砂质土壤，海拔应在 500 米内，缓坡地、平原台地。评价范围内斑竹主要见于路边，盖度在 65%-70%，林缘草本植物类型较少，主要是蝴蝶花和井栏边草等。

——慈竹林(Form. *Bambusa emeiensis*)

慈竹为丛生类禾本科植物，主干高 5-10 米，广泛分布于中国南部地区：陕西、湖北、湖南、广西、四川、贵州、云南等地，在川西平原慈竹群落非常常见。评价范围内慈竹林分布在村落周边、水边或山坡，盖度在 80%左右，林中散生桉树或柏木等乡土树种，竹林林下植被简单，常见有葛。林缘草本常见有艾蒿、喜旱莲子草、火炭母和小蓬草等常见植物。

——斑茅草丛(Form. *Saccharum arundinaceum*)

评价范围内斑茅分布广泛，常形成以斑茅为优势种类的单优群落，在农田、路边则通常有一年生的杂类草混生，沿线的田边地隙及河流岸边有分布，群落盖度为 40%～70%，群落内还有丝茅、艾蒿、蜈蚣草和喜旱莲子草等草本植物。

——喜旱莲子草草丛(Form. *Alternanthera philoxeroides*)

评价范围内喜旱莲子草分布十分广泛，经常与其他草本层植物形成杂草群落，常见于河流岸边和村庄路边，盖度不高，常在 1%～10%，群落内还有的植物种类有凤眼莲、大薸、香蒲、艾蒿、丝茅、斑茅、蜈蚣草、牛筋草、小蓬草、火炭母、龙葵、荩草、狗牙根等。

——葛丛(Form. *Pueraria montana*)

葛产中国南北各地，除新疆、青海及西藏外，几乎分布全国，生于山地疏或密林中；葛对气候的要求不严，适应性较强，多分布于海拔 1700 米以下较温暖潮湿的坡地、沟谷、向阳矮小灌木丛中。评价范围内葛常以与其他植物形成物种丰富的葛草丛，伴生植物常有构树、桉树、慈竹、水竹、狗牙根、小蓬草、野菊等。。

——小蓬草草丛(Form. *Erigeron canadensis*)

小蓬草原产北美洲，中国南北各省区均有分布，常生长于旷野、荒地、田边和路旁，为一种常见的杂草。评价范围内分布较为广泛，常见于农田边或路边，盖度在 5%-60%之间，常为构树、白栎和水竹林的林下植物，也与荩草、蛇莓、喜旱莲子草、钻叶紫菀、莎草和稗等形成杂草草丛。

——湿地杂草群系

评价范围内主要湿地植物种类有莲、香蒲、藜、菰、风眼莲和大薸等。

表 6.1-3 工程评价范围植物现场调查样方统计

样方	经度（°E）	纬度（°N）	所在区域	海拔(m)	植被群落类型
103	105.7326686	29.82466365	大足区朱家沟	467	南酸枣林
104	105.7326150	29.82471951	大足区朱家沟	467	桑灌草丛
105	105.7324219	29.82503597	大足区朱家沟	467	白簕灌丛
106	105.2670801	29.66750824	东兴区破马村	376	构树、青麸杨林
107	105.2666724	29.66702347	东兴区破马村	374	柏木林
108	104.9911344	29.67353966	东兴区白马滩	322	枫杨林
109	104.9940634	29.67494725	东兴区白马滩	341	瓜木、牡茎灌丛
110	104.6688616	29.46909994	威远首站	337	樟树林
111	105.343008	29.42156307	隆昌市五马槽村	402	毛泡桐、慈竹混交林
112	105.3431008	29.42156201	隆昌市五马槽村	402	紫茉莉杂草草丛
T1	106.2560164	29.89700011	冷家沟	264	构树林、小蓬草草丛、香蒲群落
T2	106.2356765	29.8968272	石坝子	256	构树林、香蒲群落
T3	106.209728	29.88583157	姚家大湾	292	斑竹林
T4	106.1994289	29.88933053	小安溪花朝门	227	慈竹林、水竹林、葛草丛
T5	106.1428694	29.89366594	隘口村	284	桉树林
T6	106.1146381	29.89415542	大滩水库库尾	258	喜旱莲子草草丛、凤眼莲群落、大薸群落
T7	106.0410995	29.91749745	凉风垭	317	斑茅草丛
T8	106.0167331	29.90867011	李家山	293	白栎林
T9	105.985016	29.89527655	杜家老房子	297	柏木林
T10	105.898476	29.88299048	平滩河河岸	252	柏木林
T11	105.8387172	29.86531987	何家田湾	291	柏木林
D1	105.4234475	29.7143392	四方井	351	柏木林
D2	105.3835222	29.68426215	邹家寺	354	斑茅草丛
D3	105.3606099	29.68182297	清流河左岸	331	慈竹林、葎草草丛、枫杨林
D4	105.3388244	29.6764843	王家冲	354	香蒲群落、芦竹群落
D5	105.258356	29.66437261	粉房湾	385	斑茅草丛、丝茅草丛、葛草丛
D6	105.1724719	29.64007248	何家冲	352	柏木林
D7	105.092986	29.65880673	大椿	374	柏木林
D8	105.0280339	29.67820681	染房坝	325	李氏禾草丛
D9	105.2799083	29.63359533	九道拐	378	构树林
D10	105.2759719	29.60612349	大湾	344	盐肤木林、斑茅草丛
D11	105.2707828	29.55848084	沉斧滩	321	枫杨林
D12	105.2718191	29.54139246	福兴庙	353	盐肤木林
D13	105.2868481	29.50737826	鬼洞岩	371	麻竹林


柠檬桉林


马尾松林


慈竹林


斑竹林


白茅群落


芒群落



葛丛



马尾松苗圃



水生植物群落-荷塘



水生植物群落-大薸群落



农业植被类型-稻田



农业植被类型-红薯地

图 6.1-3 工程评价范围内部分群落类型照片

表 6.1-4(1)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 103

样方编号	103	地点	大足区朱家沟			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m^2)	6779.10			
经纬度		E105.729013° N29.827359°				
海拔（m）	466.6	面积(m*m)	10*10			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	南酸枣	*Choerospondias axillaris*	Soe	80	15
2	乔木层	光皮梾木	*Cornus wilsoniana*	Sp	15	4
3	乔木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Sol	3	3
4	乔木层	盐肤木	*Rhus chinensis*	Un	0.5	4
5	乔木层	樟	*Cinnamomum camphora*	Un	2	2
6	灌木层	马桑	*Coriaria nepalensis*	Sol	5	3
7	灌木层	插田泡	*Rubus coreanus*	Sp	5	2.5
8	灌木层	高粱泡	*Rubus lambertianus*	Sp	3	1.2
9	灌木层	白簕	*Eleutherococcus trifoliatus*	Sol	0.5	1.2
10	灌木层	牡荆	*Vitex negundo* var. *cannabifolia*	Sol	0.1	1.2
11	灌木层	地果	*Ficus tikoua*	Sol	0.7	0.1
12	灌木层	葛	*Pueraria montana*	Sol	0.1	/
13	草本层	丝叶薹草	*Carex capilliformis*	Sol	0.2	0.3
14	草本层	狗尾草	*Setaria viridis*	Sp	3	0.2
15	草本层	荩草	*Arthraxon hispidus*	Sp	1	0.2
16	草本层	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*	Sp	2	0.2
17	草本层	三脉紫菀	*Aster trinervius* subsp. *ageratoides*	Un	0.01	0.2
18	草本层	打破碗花花	*Anemone hupehensis*	Sol	0.1	0.3
19	草本层	水蛇麻	*Fatoua villosa*	Un	0.01	0.2
20	草本层	牵牛	*Ipomoea nil*	Sol	0.1	/

表 6.1-4(2) 重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 104

样方编号	104	地点	大足区朱家沟			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m²)	471.08			
经纬度		E105.729074° N29.827409°				
海拔(m)	466.9	面积(m*m)	2*2			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	灌木层	桑	*Morus alba*	Un	5	1
2	灌木层	地果	*Ficus tikoua*	Un	15	0.2
3	草本层	黄花蒿	*Artemisia annua*	Sp	5	0.8
4	草本层	牵牛	*Ipomoea nil*	Sol	10	/
5	草本层	狗尾草	*Setaria viridis*	Un	0.01	0.3
6	草本层	荩草	*Arthraxon hispidus*	Cop1	5	0.4
7	草本层	野草莓	*Fragaria vesca*	Cop2	5	0.2
8	草本层	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*	Sol	10	0.6

表 6.1-4(3)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 105

样方编号	105	地点	大足区朱家沟			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m²)	225.45			
经纬度		E105.728800° N29.827624°				
海拔（m）	466.8	面积(m*m)	5*5			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	灌木层	白簕	*Eleutherococcus trifoliatus*	Soe	70	1.8
2	乔木层	油桐	*Vernicia fordii*	Un	0.5	1
3	乔木层	乌桕	*Triadica sebifera*	Un	1	1.2
4	乔木层	灯台树	*Cornus controversa*	Un	1.1	1.3
5	灌木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Un	1	1.8
6	灌木层	地果	*Ficus tikoua*	Sp	6	0.2
7	草本层	棕叶狗尾草	*Setaria palmifolia*	Sp	5	1.3
8	草本层	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*	Cop3	30	0.3
9	草本层	白茅	*Imperata cylindrica*	Sp	4	2.5
10	草本层	打破碗花花	*Anemone hupehensis*	Un	0.01	0.8
11	草本层	牵牛	*Ipomoea nil*	Sol	0.1	/
12	草本层	缫丝花	*Rosa roxburghii*	Sp	5	1.4

表 6.1-4(4)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 106

样方编号	106	地点	新建内江注入站（东兴区破马村）			
时间	2021.9.9	群落生物量(g/m²)	2805.99			
经纬度		E105.263792° N29.670151°				
海拔（m）	391.3	面积(m*m)	5*5			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Soe	60	4
2	灌木层	青麸杨	*Rhus potaninii*	Sol	30	3
3	灌木层	竹叶花椒	*Zanthoxylum armatum*	Un	10	1.4
4	灌木层	地果	*Ficus tikoua*	Cop2	40	0.2
5	草本层	黄花蒿	*Artemisia annua*	Cop2	5	1.2
6	草本层	牵牛	*Ipomoea nil*	Sol	1	/
7	草本层	荩草	*Arthraxon hispidus*	Cop3	5	0.3

表 6.1-4(5)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 107

样方编号	107	地点	新建内江注入站（东兴区破马村）			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m²)	7657.64			
经纬度		E105.263229° N29.669801°				
海拔（m）	377.7	面积(m*m)	10*10			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	柏木	*Cupressus funebris*	Soe	95	8
2	乔木层	青麸杨	*Rhus potaninii*	Un	2	3
3	乔木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Sol	10	1.8
4	乔木层	乌桕	*Triadica sebifera*	Un	0.1	2.5
5	乔木层	黄檀	*Dalbergia hupeana*	Un	1	3
6	乔木层	瓜木	*Alangium platanifolium*	Un	0.5	1.3
7	灌木层	牡荆	*Vitex negundo var. cannabifolia*	Sol	3	2.5
8	灌木层	地果	*Ficus tikoua*	Sp	7	0.3
9	灌木层	插田泡	*Rubus coreanus*	Un	0.5	1
10	灌木层	铁仔	*Myrsine africana*	Sol	0.5	0.5
11	灌木层	小叶菝葜	*Smilax microphylla*	Un	0.5	/
12	草本层	叶下珠	*Phyllanthus urinaria*	Un	0.01	0.2
13	草本层	荩草	*Arthraxon hispidus*	Sol	0.8	0.2
14	草本层	酢浆草	*Oxalis corniculata*	Sol	0.5	0.2

表 6.1-4(6)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 108

样方编号	108	地点	内江第三水厂（东兴区白马滩）			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m²)	2838.67			
经纬度		E104.988225° N29.676244°				
海拔（m）	321.8	面积(m*m)	10*10			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	枫杨	*Pterocarya stenoptera*	Soe	60	4
2	乔木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Sp	5	1.9
3	乔木层	瓜木	*Alangium platanifolium*	Sol	30	4.2
4	乔木层	汉白杨	*Populus ningshanica*	Un	40	15
5	乔木层	桑	*Morus alba*	Un	15	4.5
6	草本层	黄花蒿	*Artemisia annua*	Sp	10	1.2
7	草本层	钮子瓜	*Zehneria bodinieri*	Cop1	5	/
8	草本层	白茅	*Imperata cylindrica*	Cop3	50	1.3
9	草本层	接骨草	*Sambucus javanica*	Sol	0.5	1.2

表 6.1-4(7)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 109

样方编号	109	地点	内江第三水厂（东兴区白马滩）			
时间	2021.9.20	群落生物量(g/m²)	3505.11			
经纬度		E104.991133° N29.677706°				
海拔（m）	341.1	面积(m*m)	5*5			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	瓜木	*Alangium platanifolium*	Sp	20	2.5
2	灌木层	牡荆	*Vitex negundo var. cannabifolia*	Sol	15	2
3	灌木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Sol	5	0.5
4	草本层	小蓬草	*Erigeron canadensis*	Sol	1	1.5
5	草本层	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*	Sp	10	0.3
6	草本层	金盏银盘	*Bidens biternata*	Sp	15	0.6
7	草本层	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	Sol	5	0.3
8	草本层	鸭跖草	*Commelina communis*	Sol	1	0.3
9	草本层	龙葵	*Solanum nigrum*	Sp	6	0.7
10	草本层	黄花蒿	*Artemisia annua*	Cop2	45	1.6

表 6.1-4(8)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 110

样方编号	110	地点	威远首站（威远县）			
时间	2021.9.21	群落生物量(g/m²)	409.30			
经纬度		E104.991133° N29.677706°				
海拔（m）	341.1	面积(m*m)	5*5			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	樟	*Cinnamomum camphora*	Un	30	1.5
2	灌木层	构树	*Broussonetia papyrifera*	Un	1	1.2
3	草本层	金盏银盘	*Bidens biternata*	Cop1	20	1.2
4	草本层	狗尾草	*Setaria viridis*	Cop2	30	0.8
5	草本层	小蓬草	*Erigeron canadensis*	Sol	5	0.5
6	草本层	黄花蒿	*Artemisia annua*	Cop3	60	0.6

表 6.1-4(9)　重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 111

样方编号	111	地点	柏林寺水库（隆昌市五马槽村）			
时间	2021.9.21	群落生物量(g/m²)	7255.22			
经纬度		E105.33948° N29.424188°				
海拔（m）	336.8	面积(m*m)	10*10			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木层	毛泡桐	*Paulownia tomentosa*	Soe	70	10
2	乔木层	樟	*Cinnamomum camphora*	Sol	5	3.5
3	灌木层	楤木	*Aralia elata*	Cop1	13	1.5
4	乔木层	刺槐	*Robinia pseudoacacia*	Sol	2	1.6
5	草本层	慈竹	*Bambusa emeiensis*	Cop2	45	9
6	草本层	地桃花	*Urena lobata*	Un	0.1	1
7	草本层	海金沙	*Lygodium japonicum*	Un	0.01	/
8	草本层	接骨草	*Sambucus javanica*	Cop1	5	1.2
9	草本层	紫苏	*Perilla frutescens*	Sol	0.1	0.2
10	草本层	荩草	*Arthraxon hispidus*	Sol	0.3	0.2
11	草本层	鸭跖草	*Commelina communis*	Sol	0.2	0.2
12	草本层	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*	Sol	0.2	0.2
13	草本层	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	Sol	0.2	0.3
14	草本层	紫茉莉	*Mirabilis jalapa*	Cop1	1	0.7
15	草本层	火炭母	*Polygonum chinense*	Sp	0.5	0.7
16	草本层	小花金挖耳	*Carpesium minus*	Un	0.01	0.8
17	草本层	金盏银盘	*Bidens biternata*	Sol	0.05	0.8
18	草本层	饭包草	*Commelina benghalensis*	Cop1	0.05	0.5
19	草本层	南瓜	*Cucurbita moschata*	Un	0.1	/
20	草本层	水蓼	*Polygonum hydropiper*	Sol	0.05	0.6
21	草本层	小鱼仙草	*Mosla dianthera*	Sol	0.05	0.3
22	草本层	马唐	*Digitaria sanguinalis*	Sol	0.05	0.9

表 6.1-4(10) 重庆段管道沿线植被样方调查表-样方 112

样方编号	112	地点	柏林寺水库(隆昌市五马槽村)			
时间	2021.9.21	群落生物量(g/m²)	1575.00			
经纬度		E105.339515° N29.424198°				
海拔(m)	402	面积(m*m)	2*2			
编号	层次	种名	学名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	草本层	紫茉莉	*Mirabilis jalapa*	Cop2	50	0.7
2	草本层	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	Cop1	1	0.8
3	草本层	火炭母	*Polygonum chinense*	Cop1	3	0.7
4	草本层	小花金挖耳	*Carpesium minus*	Un	3	0.8
5	草本层	金盏银盘	*Bidens biternata*	Sp	2	0.8
6	草本层	饭包草	*Commelina benghalensis*	Cop3	30	0.5
7	草本层	南瓜	*Cucurbita moschata*	Un	20	/
8	草本层	水蓼	*Polygonum hydropiper*	Sol	1	0.6
9	草本层	小鱼仙草	*Mosla dianthera*	Sol	2	0.3
10	草本层	马唐	*Digitaria sanguinalis*	Sol	1	0.9

表 6.1-4(11)　四川内江段植物样方调查表-样方 D1

样方号	D1				调查日期：2022.8.6			
植被类型	柏木林				环境特征			
样地名称	四方井				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				351	上位	东北	5°
层次及样方号	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度	数量			
乔木层 D1-1	柏木	9-10	10-28	60	12			
	枫杨	8	11	5	1			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D1-2	黄荆	4.5	20		算盘子	0.9	+	1
	地果	0.1	5		花椒	1.5	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D1-3	腹水草	40	10		苔草	15	5	
	井栏边草	50	20		小蓬草	9	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D1-4	荩草	40	30		苔草	10	40	
	腹水草	25	50					

表 6.1-4(12) 四川内江段植物样方调查表-样方 D2

样方号	D2			调查日期：2022.8.6			
植被类型	斑茅草丛			环境特征			
样地名称	邹家寺			海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	2 m *2 m			354	上位	东	5°
层次	种类组成及其生长状况						
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D2-1	斑茅	280	75	3	马唐	40	+	2
	蛇莓	7	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D2-2	斑茅	300	70	4	喜旱莲子草	10	5	
	小蓬草	10	1					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D2-3	斑茅	290	80	4	丝茅	28	5	

表 6.1-4(13) 四川内江段植物样方调查表-样方 D3

样地编号	D3				调查日期：2022.8.6			
植被类型	慈竹林、葎草草丛、枫杨林				环境特征			
样地名称	清流河左岸				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				331	下位	-	0°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 D3-1	慈竹	20	7	90				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D3-2	红毛鳞盖蕨	80	20	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D3-3	红毛鳞盖蕨	40	10	1	蜈蚣草	45	10	1
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 D3-4	慈竹	18	6	60				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D3-5	葎草	30	80		牛筋草	36	5	1
	水蓼	28	1	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D3-6	葎草	35	90		类芦	70	15	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D3-7	葎草	40	90		喜旱莲子草	30	5	
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 D3-8	枫杨	26	31	7*6	枫杨	25	24	5*4
	枫杨	25	22	5*6	枫杨	25	18	4*3
	枫杨	25	18	5*4	枫杨	11	21	4*3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D3-9	枫杨	2.2	10	5	八角枫	2.5	10	3
	种名	高度	盖度	株数	种名	高度	盖度	株数

		(m)	(%)			(m)	(%)	
灌木层 D3-10	枫杨	3	15	2	八角枫	2.1	5	3
	构树	2	5	1				
	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数
草本层 D3-11	柳叶箬	80	70		火炭母	40	5	
	葎草	13	5					
	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数
草本层 D3-12	柳叶箬	80	50		火炭母	14	+	
	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数
草本层 D3-13	柳叶箬	70	45		火炭母	50	+	
	接骨草	130	5	1				
	种名	高度 (m)	株数	盖度 (%)				
乔木层 D3-14	枫杨	9	6	40				
	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数
草木层 D3-15	火炭母	13	30		蛇莓	2	+	
	喜旱莲子草	15	10					
	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数	种名	高度 (cm)	盖度 (%)	株数
草木层 D3-16	火炭母	18	10		蛇莓	2	10	
	李氏禾	40	5		牛膝	20	10	
	喜旱莲子草	20	5					

表 6.1-4(14)　四川内江段植物样方调查表-样方 D4

样地编号	D4			调查日期：2022.8.7				
植被类型	香蒲群落、芦竹群落			环境特征				
样地名称	王家冲			海拔高程(m)		坡位	坡向	坡度
样方面积	2 m *2 m			354		下位	东	0°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-1	香蒲	160	30		喜旱莲子草	36	25	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-2	香蒲	170	45		喜旱莲子草	30	15	
	李氏禾	42	20					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-3	香蒲	160	40		喜旱莲子草	35	10	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-4	芦竹	300	80					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-5	芦竹	320	70		喜旱莲子草	30	10	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D4-6	芦竹	320	75		李氏禾	40	5	

表 6.1-4(15)　四川内江段植物样方调查表-样方 D5

样地编号	D5				调查日期：2022.8.6			
植被类型	斑茅草丛、丝茅草丛、葛草丛				环境特征			
样地名称	粉房湾				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	2 m *2 m、1 m *1 m				385	上位	-	0°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-1	斑茅	280	90	4				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-2	斑茅	300	95	3				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-3	丝茅	42	70					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-4	丝茅	40	65		小蓬草	10	5	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-5	丝茅	40	65		小蓬草	10	5	1
	酢浆草	5	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-6	葛	100	40		艾蒿	40	+	1
	龙葵	87	30		喜旱莲子草	30	+	1
	糯米团	70	10					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-7	葛	100	60		小蓬草	90	5	
	艾蒿	66	10		火炭母	60	+	
	喜旱莲子草	60	10					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D5-8	葛藤	68	60		火炭母	70	10	

表 6.1-4(16)　四川内江段植物样方调查表-样方 D6

样地编号	D6				调查日期：2022.8.6			
植被类型	柏木林				环境特征			
样地名称	何家冲				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				352	上位	西南	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 D6-1	柏木	10	23	3*2	柏木	10	25	4*3
	柏木	9	18	2*2	柏木	10	23	5*3
	柏木	8	17	3*3	柏木	9	17	3*2
	柏木	8	15	3*2	柏木	10	17	3*2
	柏木	9	11	2*2	柏木	10	18	3*2
	柏木	9	14	2*1	柏木	10	28	4*3
	柏木	8	14	2*1	柏木	9	13	2*2
	柏木	9	15	3*2	柏木	10	15	3*3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D6-2	黄荆	4	30	10	构树	4.50	10	1
	宜昌荚蒾	3.50	10	2	花椒	2.50	5	2
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D6-3	黄荆	3.5	40	8	花椒	0.50	+	1
	枇杷	4	15	3				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草木层 D6-4	苔草	40	25		艾蒿	30	10	
	井栏边草	18	40		蜈蚣草	37	5	
	贯众	20	10		荩草	10	+	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草木层 D6-5	荩草	60	50		艾蒿	55	5	
	苔草	60	10		龙牙草	25	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草木层 D6-6	井栏边草	50	10		龙牙草	28	15	
	苔草	40	10		高秆珍珠茅	80	15	

表 6.1-4(17)　四川内江段植物样方调查表-样方 D7

样地编号	D7			调查日期：2022.8.6			
植被类型	柏木林			环境特征			
样地名称	大椿			海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m			374	上位	西	10°
层次	种类组成及其生长状况						
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 D7-1	柏木	11	11	3*2	柏木	10	15	4*4
	柏木	11	16	4*3	柏木	10	8	3*2
	柏木	11	15	4*4	柏木	9	10	3*2
	柏木	11	10	3*3	柏木	9	9	2*2
	柏木	11	9	3*3	柏木	9	9	2*2
	柏木	10	15	3*2	柏木	9	8	2*2
	柏木	10	9	2*2	柏木	6	7	3*2
	柏木	10	13	3*3	柏木	10	12	3*3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D7-2	光枝勾儿茶	1.2	20	7	地果	0.2	5	
	马桑	2	5	1	枇杷	0.5	1	1
	柏木	1.5	5	2	女贞	1.7	+	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D7-3	火棘	3.2	5	5	麻栎	0.3	+	1
	铁仔	1.6	5	2	光枝勾儿茶	0.55	+	1
	异叶榕	0.5	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草木层 D7-4	江南卷柏	18	30		井栏边草	17	+	1
	伏地卷柏	5	40		褐果薹草	40	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草木层 D7-5	褐果薹草	30	20		井栏边草	7	+	1

表 6.1-4(18)　四川内江段植物样方调查表-样方 D8

样地编号	D8				调查日期：2022.8.6			
植被类型	李氏禾群落	环境特征						
样地名称	染坊坝				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	1 m *1 m				325	下位	西	15°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D8-1	李氏禾	40	85		喜旱莲子草	32	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D8-2	李氏禾	45	85		稗	47	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D8-3	李氏禾	45	70		水蓼	40	5	1
	喜旱莲子草	30	5					

表 6.1-4(19)　四川内江段植物样方调查表-样方 D9

样地编号	D9				调查日期：2022.8.6			
植被类型	构树林				环境特征			
样地名称	九道拐				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				378	下位	东	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D9-1	构树	9	8~15	60	11			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数				
灌木层 D9-2	构树	3	15	8				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D9-3	艾蒿	40	45		喜旱莲子草	15	+	
	火炭母	20	10		窃衣	15	+	
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D9-4	构树	11	~7	40	9			
	刺槐	11	~8	30	5			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数				
灌木层 D9-5	构树	2.2	10	2				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D9-6	艾蒿	160	60		窃衣	30	10	
	荩草	8	5					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D9-7	艾蒿	170	70		窃衣	30	5	
	荩草	10	5		黄鹌菜	10	+	3
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D9-8	构树	12	6~16	55	5			
	枇杷	6.5	8~15	10	2			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D9-9	女贞	4	30	4	马桑	2.5	25	2
	桑	1.2	+	1				
草木层 D9-10	白苞蒿	150	40		乌蔹莓	200	10	
	葛	120	10		艾蒿	30	+	

表 6.1-4(20)　四川内江段植物样方调查表-样方 D10

样地编号	D10				调查日期：2022.8.7			
植被类型	盐肤木林、斑茅草丛				环境特征			
样地名称	大湾				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				344	下位	东北	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D10-1	盐肤木	6	5-7	65	12			
	复羽叶栾树	7	6	5	1			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D10-2	盐肤木	2	15	3	构树	1.5	5	2
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D10-3	盐肤木	2.2	10	1	构树	0.6	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-4	芒	140	60	2	野菊花	100	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-5	芒	120	70	4	井栏边草	45	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-6	芒	120	60	1	海金沙	15	+	1
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D10-7	盐肤木	12	5-12	45	7			
	构树	10	7	5	1			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D10-8	黄荆	1.5	30	10	构树	4.5	10	1
	花椒	2.5	5	2				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D10-9	黄荆	2	40	8	花椒	5	+	1
	枇杷	4	15	3				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数

草本层 D10-10	芒	67	25		香附子	30	+	1
	一年蓬	25	10	1	车前草	12	5	2
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-11	芒	80	30		小蓬草	46	5	
	鬼针草	52	5					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-12	芒	90	20		蛇莓	7	5	
	小蓬草	33	5					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-13	斑茅	300	80	5	木贼	25	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D10-14	斑茅	320	80	4				

表 6.1-4(21)　四川内江段植物样方调查表-样方 D11

样地编号	D11				调查日期：2022.8.7		
植被类型	枫杨林				环境特征		
样地名称	沉斧滩				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				321	下位	北	10°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D11-1	枫杨	25	15-28	60	11			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D11-2	桤木	4	10	1	枫杨	3.5	15	3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D11-3	枫杨	3	10	2	构树	2.6	5	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D11-4	蜈蚣草	40	60		冷水花	45	35	
	矛叶荩草	30	5		茜草	15	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D11-5	蜈蚣草	50	70		冷水花	45	20	
	矛叶荩草	30	+	1	牛耳大黄	30	10	1
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D11-6	枫杨	23	20-30	65	6			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 D11-7	枫杨	2.5	10	2	柳树	3	5	1
灌木层 D11-8	枫杨	3	10	10	八角枫	2	5	4
草本层 D11-9	芒	1.8	10		牛膝	16	+	1
	蜈蚣草	15	5	2				
草本 D11-10	芒	1.6	10		艾蒿	15	+	1
	蜈蚣草	18	5	+				

表 6.1-4(22)　四川段内江段植物样方调查表-样方 D12

样地编号	D12	调查日期：2022.8.7						
植被类型	盐肤木林				环境特征			
样地名称	福兴庙				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、2 m *2 m				353	上位	东	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D12-1	盐肤木	8	5-7	70	7			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数				
灌木层 D12-2	盐肤木	4.5	5	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数				
草本层 D12-3	斑茅	3.5	40	4				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D12-4	斑茅	3.5	50	3	丝茅	30	10	
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 D12-5	盐肤木	7	5-10	65	6			
	构树	8	7	5	1			
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D12-6	丝茅	65	95					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D12-7	丝茅	65	90		蜈蚣草	40	5	1

表 6.1-4(23)　四川内江段植物样方调查表-样方 D13

样地编号	D13				调查日期：2022.8.7			
植被类型	麻竹林				环境特征			
样地名称	鬼洞岩				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、1 m *1 m				371	下位	南	20°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	从数	盖度(%)				
乔木层 D13-1	麻竹	26	8	70				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数				
草本层 D13-2	贯众	32	5	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数				
草本层 D13-3	红毛鳞盖蕨	40	5	2				
	种名	高度(m)	从数	盖度(%)				
乔木层 D3-4	麻竹	26	10	65				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D13-5	丝茅	32	5		荩草	20	1	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 D13-6	丝茅	35	15		小蓬草	15	5	4
	种名	高度(m)	从数	盖度(%)				
乔木层 D13-7	麻竹	26	12	80				

表 6.1-4(24) 重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T1

样地编号	T1				调查日期：2022.8.4			
植被类型	构树林、小蓬草草丛、香蒲群落				环境特征			
样地名称	冷家沟				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				264	下位	南	15°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T1-1	构树	12	10	4*3	构树	10	8	3*4
	构树	13	11	3*3.5	构树	10	9	3*3
灌木层 T1-2	宜昌荚蒾	3	35	3	构树	1	5	3
	异叶鼠李	1.8	30	2				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T1-3	构树	3	10	4				
草本层 T1-4	荩草	15	25		小蓬草	110	10	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-5	荩草	10	15		小蓬草	100	5	
	蛇莓	5	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-6	小蓬草	90	60		狗牙根	15	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-7	小蓬草	96	60		荩草	11	5	
	葛	18	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-8	小蓬草	105	65		喜旱莲子草	26	5	1
	钻叶紫菀	45	5	4				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-9	香蒲	115	65		喜旱莲子草	20	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T1-10	香蒲	120	70		喜旱莲子草	30	+	
	稗	110	5					
草本层 T1-11	香蒲	120	65		莎草	36	5	

表 6.1-4(25) 重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T2

样地编号	T2				调查日期：2022.8.4			
植被类型	构树林、香蒲群落				环境特征			
样地名称	石坝子				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				256	中位	西	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	数量	盖度(%)			
乔木层 T2-1	构树	9	5-9	21	40			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T2-2	构树	1.1	20	5	宜昌荚蒾	1.5	5	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T2-3	构树	1.2	15	6	八角枫	0.9	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T2-4	马兰	15	45		荩草	10	5	
	狗尾草	20	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T2-5	马兰	15	40		荩草	12	5	
	火炭母	20	+	1				
	种名	高度(m)	胸径(cm)	数量	盖度(%)			
乔木层 T2-6	构树	11	8-15	6	65			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T2-7	构树	1.2	10	5	十大功劳	1.1	5	1
灌木层 T2-8	构树	1.4	15	7	八角枫	0.9	5	1
	花椒	0.5	+	+				
草本层 T2-9	矛叶荩草	70	30					
草本层 T2-10	矛叶荩草	60	30		火炭母	15	5	
草本层 T2-11	香蒲	160	80					
草本层 T2-12	香蒲	160	80		喜旱莲子草	15	1	1
草本层 T2-13	香蒲	170	80					

表 6.1-4(26) 重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T3

样地编号	T3				调查日期：2022.8.4			
植被类型	斑竹林				环境特征			
样地名称	姚家大湾				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、1 m *1 m				292	中位	西	10°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)				
乔木层 T3-1	斑竹	14	4-7	65				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T3-2	蝴蝶花	40	70					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T3-3	蝴蝶花	45	65		井栏边草	35	5	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T3-4	蝴蝶花	45	70					
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)				
乔木层 T3-5	斑竹	12	4-7	70				
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)				
乔木层 T3-6	斑竹	16	4-7	65				

表 6.1-4(27)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T4

样地编号	T4				调查日期：2022.8.4			
植被类型	慈竹林、水竹林、葛草丛				环境特征			
样地名称	小安溪花朝门				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	20 m *5 m、1 m *1 m				227	下位	北	10°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T4-1	慈竹	16	5	80	桉树	18	27	6*5
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 T4-2	慈竹	15	4	80				
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 T4-3	慈竹	15	5	85				
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 T4-4	水竹	12	7	70				
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 T4-5	水竹	10	7	70				
	种名	高度(m)	丛数	盖度(%)				
乔木层 T4-6	水竹	10	6	70				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T4-7	葛	100	40		艾蒿	40	+	1
	龙葵	87	30		喜旱莲子草	30	+	1
	糯米团	70	10					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T4-8	葛	100	60		小蓬草	90	5	
	艾蒿	66	10		火炭母	60	+	
	喜旱莲子草	60	10					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T4-9	葛藤	68	60		火炭母	70	10	

表 6.1-4(28)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T5

样地编号	T5			调查日期：2022.8.4			
植被类型	桉树林	环境特征					
样地名称	隘口村			海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m			284	中位	南	10°
层次	种类组成及其生长状况						
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T5-1	桉树	15	12	5*3	桉树	15	12	4*4
	桉树	13	11	3*2	桉树	12	11	3*2
	桉树	14	11	4*4	桉树	12	10	3*3
	桉树	15	10	3*3	桉树	13	10	3*2
	桉树	15	10	3*2	桉树	14	10	4*3
	桉树	15	10	4*3	桉树	8	7	3*3
	桉树	11	7	3*2	桉树	13	7	2*2
	桉树	9	7	3*2	桉树	10	7	3*2
	桉树	8	6	2*2				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-2	构树	1.5	40	10	白栎	0.7	+	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-3	构树	1.2	30	9	悬钩子	0.8	5	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T5-4	丝茅	65	50		野菊	55	40	
	过路黄	18	10		荩草	50	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T5-5	荩草	50	80		井栏边草	4	10	5
	过路黄	10	5		竹叶草	8	5	
	野胡萝卜	10	+					
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T5-6	桉树	20	18	4*3	桉树	11	8	2*2
	桉树	20	21	4*4	桉树	11	10/7/5	3*3
	桉树	20	20	5*3	桉树	10	8/6	4*3
	桉树	16	23	5*3	桉树	10	7	3*3

	桉树	12	17	3*2	桉树	7	5	2*2
	桉树	12	9	2*2	毛桐	9	5/4/4/3	5*4
	桉树	13	11/10	4*3	毛桐	5.5	5	3*3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-7	毛桐	2.5	25	4	楤木	0.7	+	
	桉树	3.5	10	2	油桐	0.4	+	1
	展毛野牡丹	1	5	1				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-8	毛桐	2.5	40	8	菱叶冠毛榕	0.2	+	1
	油桐	0.8	+	1	楤木	0.7	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T5-9	矛叶荩草	40	60		葛	35	1	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T5-10	矛叶荩草	42	67		芒	150	10	1
	种名	高度(m)	胸径(cm)	盖度(%)	株数			
乔木层 T5-11	桉树	18	7-15	40	18			
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-12	构树	1.5	5	1	毛桐	1.4	5	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T5-13	构树	1.3	10	2	毛桐	1.2	5	1
	悬钩子	1.6	5	1				
草本层 T5-14	粗齿冷水花	150	60		海金沙	70	5	1
	矛叶荩草	50	1					
草本层 T5-15	粗齿冷水花	150	70		火炭母	10	10	1
	蜈蚣草	27	5	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T5-16	粗齿冷水花	145	60		海金沙	60	10	2
	贯众	40	4	1				

表 6.1-4(29) 重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T6

样地编号	T6			调查日期：2022.8.5				
植被类型	喜旱莲子草草丛、凤眼莲群落、大薸群落			环境特征				
样地名称	大滩水库库尾			海拔高程(m)		坡位	坡向	坡度
样方面积	1 m *1 m			258		下位	北	0°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-1	喜旱莲子草	12	85					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-2	喜旱莲子草	14	80		牛筋草	15	5	3
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-3	喜旱莲子草	15	90					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-4	凤眼莲	38	100					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-5	凤眼莲	40	100		喜旱莲子草	15	1	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-6	凤眼莲	40	95		喜旱莲子草	20	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-7	大薸	7	70					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-8	大薸	10	80					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T6-9	大薸	15	85		凤眼莲	25	5	2

表 6.1-4(30)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T7

样地编号	T7			调查日期：2022.8.5				
植被类型	斑茅草丛			环境特征				
样地名称	凉风垭			海拔高程(m)		坡位	坡向	坡度
样方面积	2 m *2 m			317		下位	南	5°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T7-1	斑茅	170	40	2	丝茅	46	50	
	喜旱莲子草	15	+					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T7-2	斑茅	220	70	4	丝茅	45	15	
	蜈蚣草	30	40					
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T7-3	斑茅	220	60	2	丝茅	40	20	
	艾蒿	80	10	1				

表 6.1-4(31)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T8

样地编号	T8			调查日期：2022.8.5				
植被类型	白栎林			环境特征				
样地名称	李家山			海拔高程(m)		坡位	坡向	坡度
样方面积	10m*10m、5m*5m、1m*1m			293		下位	西	15°
层次	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T8-1	白栎	13	20	4*3	白栎	6	5	2*2
	白栎	10	9	3*2	白栎	13	20	4*3
	白栎	5.5	6	2*1	白栎	6	5	2*2
	白栎	9	7	2*2	盐肤木	9	8	3*2
	白栎	6	6	2*1	盐肤木	8	6	3*2
	白栎	7	6	2*1				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T8-2	黄荆	5	30	4	女贞	0.5	+	1
	白栎	3.5	10	1	悬钩子	1.5	+	1
	女贞	2.4	5	1				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数				
灌木层 T8-3	白栎	1.5	25	11				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-4	褐果薹草	50	25	7	卷柏	35	15	7
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-5	卷柏	20	15	4	小蓬草	9	+	1
	海金沙	40	+	1	井栏边草	10	+	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
乔本层 T8-6	白栎	12	60	11	盐肤木	6	5	1
	木姜子	8	10	1	化香	8	5	4
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌本层 T8-7	火棘	3	25	1	川莓	1.5	+	1
	蜡莲绣球	3.5	5	1	悬钩子	1.4	+	1
	马桑	3.5	10	1				
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌本层 T8-8	火棘	2.5	20	2	川莓	1	5	1
	豪猪刺	0.6	+	1	悬钩子	1.5	5	1

	短序荚蒾	0.5	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-9	褐果薹草	40	30	2	蜈蚣草	50	10	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-10	褐果薹草	50	25	3	蜈蚣草	70	10	1
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔本层 T8-11	白栎	14	18	4*4	白栎	8	7	2*2
	白栎	12	11	4*3	白栎	7	7	2*1
	白栎	10	10	2*1	白栎	6	4	2*1
	白栎	8	6/3	3*2	白栎	6	3/4	1.5*1
	白栎	13	13	4*3	白栎	12	13	4*3
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌本层 T8-12	胡枝子	1.1	5	8	荚蒾	1.2	+	1
	猫儿刺	0.9	5	2	棕榈	0.4	+	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌本层 T8-13	杉木	1.7	5	1	常春藤	0.1	5	1
	菝葜	1.5	+	1	野蔷薇	1.2	+	1
	火棘	1.1	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-14	蜈蚣草	16	15		褐果薹草	20	5	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T8-15	蜈蚣草	15	15		褐果薹草	30	10	3
	茜草	35	10	1				

表 6.1-4(32)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T9

样地编号	T9				调查日期：2022.8.5			
植被类型	柏木林				环境特征			
样地名称	杜家老房子				海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m				297	下位	西	5°
层次及样方号	种类组成及其生长状况							
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T9-1	柏木	11	14	4*4	柏木	10	13	3*2
	柏木	11	13	4*3	柏木	10	9	3*2
	柏木	11	14	4*4	柏木	10	10	3*2
	柏木	6	8	2*1	柏木	10	9	3*2
	柏木	10	12	3*3	柏木	10	9	3*2
	柏木	11	14	4*4	柏木	10	12	3*4
	柏木	11	14	4*2	柏木	10	12	4*4
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T9-2	柏木	4	25	5	黄荆	2.3	5	6
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T9-3	黄荆	2.5	70	14	棕榈	1.3	20	1
	桑树	2.5	5	1	金佛山荚蒾	0.4	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T9-4	褐果薹草	45	70	2	地果	24	5	2
	卷柏	25	20	10	井栏边草	50	+	1
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T9-5	褐果薹草	40	80	8	卷柏	30	20	
	鳞毛蕨	50	15	1	井栏边草	5	+	2

表 6.1-4(33)　重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T10

<table>
<tr><td>样地编号</td><td colspan="4">T10</td><td colspan="4">调查日期：2022.8.5</td></tr>
<tr><td>植被类型</td><td colspan="4">柏木林</td><td colspan="4">环境特征</td></tr>
<tr><td>样地名称</td><td colspan="4">平滩河河岸</td><td>海拔高程(m)</td><td>坡位</td><td>坡向</td><td>坡度</td></tr>
<tr><td>样方面积</td><td colspan="4">10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m</td><td>252</td><td>下位</td><td>东北</td><td>5°</td></tr>
<tr><td>层次及样方号</td><td colspan="8">种类组成及其生长状况</td></tr>
<tr><td></td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>胸径(cm)</td><td>冠幅(m*m)</td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>胸径(cm)</td><td>冠幅(m*m)</td></tr>
<tr><td rowspan="9">乔木层
T10-1</td><td>柏木</td><td>11</td><td>11</td><td>3*2</td><td>柏木</td><td>10</td><td>15</td><td>4*4</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>11</td><td>16</td><td>4*3</td><td>柏木</td><td>10</td><td>8</td><td>3*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>11</td><td>16</td><td>4*4</td><td>柏木</td><td>10</td><td>10</td><td>3*3</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>11</td><td>10</td><td>3*3</td><td>柏木</td><td>9</td><td>10</td><td>3*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>11</td><td>9</td><td>3*3</td><td>柏木</td><td>9</td><td>9</td><td>2*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>11</td><td>16</td><td>3*2</td><td>柏木</td><td>9</td><td>9</td><td>2*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>10</td><td>9</td><td>2*2</td><td>柏木</td><td>9</td><td>8</td><td>2*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>10</td><td>13</td><td>3*3</td><td>柏木</td><td>6</td><td>8</td><td>3*2</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>10</td><td>12</td><td>3*3</td><td>女贞</td><td>7</td><td>7</td><td>5*4</td></tr>
<tr><td></td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td></tr>
<tr><td rowspan="3">灌木层
T10-2</td><td>马桑</td><td>1.8</td><td>5</td><td>3</td><td>女贞</td><td>1.5</td><td>+</td><td>1</td></tr>
<tr><td>柏木</td><td>1.8</td><td>5</td><td>5</td><td>铁仔</td><td>0.4</td><td>+</td><td>3</td></tr>
<tr><td>黄荆</td><td>2</td><td>5</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td><td>种名</td><td>高度(m)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td></tr>
<tr><td rowspan="2">灌木层
T10-3</td><td>铁仔</td><td>0.8</td><td>5</td><td>7</td><td>黄荆</td><td>1.8</td><td>5</td><td>4</td></tr>
<tr><td>马桑</td><td>1.7</td><td>5</td><td>2</td><td>地果</td><td>0.35</td><td>+</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>种名</td><td>高度(cm)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td><td>种名</td><td>高度(cm)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td></tr>
<tr><td>草本层
T10-4</td><td>渐尖毛蕨</td><td>30</td><td>15</td><td></td><td>褐果薹草</td><td>40</td><td>20</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>种名</td><td>高度(cm)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td><td>种名</td><td>高度(cm)</td><td>盖度(%)</td><td>株数</td></tr>
<tr><td rowspan="3">草本层
T10-5</td><td>褐果薹草</td><td>25</td><td>15</td><td></td><td>井栏边草</td><td>10</td><td>+</td><td></td></tr>
<tr><td>金发草</td><td>35</td><td>5</td><td></td><td>何首乌</td><td>10</td><td>+</td><td></td></tr>
<tr><td>渐尖毛蕨</td><td>28</td><td>5</td><td></td><td>粉条儿菜</td><td>10</td><td>+</td><td></td></tr>
</table>

表 6.1-4(34) 重庆铜梁段植物样方调查表-样方 T11

样地编号	T11			调查日期：2022.8.5			
植被类型	柏木林			环境特征			
样地名称	何家田湾			海拔高程(m)	坡位	坡向	坡度
样方面积	10 m *10 m、5 m *5 m、1 m *1 m			291	下位	西	10°
层次	种类组成及其生长状况						
	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)	种名	高度(m)	胸径(cm)	冠幅(m*m)
乔木层 T11-1	柏木	5	5	0.5*0.5	柏木	12	15	4*3
	柏木	14	16	5*3	柏木	14	12	3*2
	柏木	12	8	3*2	柏木	13	12	3*2
	柏木	13	9	3*2	柏木	15	15	4*2.5
	柏木	14	12	3*3	柏木	10	8	2*1
	柏木	15	14	4*3	柏木	9	7	2*1
	柏木	14	12	4*3	柏木	10	7	1*1
	柏木	8	6	1*0.5	楝	15	14	3*2
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T11-2	光枝勾儿茶	1.2	20	7	地果	0.2	5	
	马桑	2	5	1	枇杷	0.5	1	1
	柏木	1.5	5	2	女贞	1.7	+	1
	种名	高度(m)	盖度(%)	株数	种名	高度(m)	盖度(%)	株数
灌木层 T11-3	小梾木	3.2	5	5	麻栎	0.3	+	1
	铁仔	1.6	5	2	光枝勾儿茶	0.55	+	1
	异叶榕	0.5	+	1				
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T11-4	江南卷柏	18	30		井栏边草	17	+	1
	伏地卷柏	5	40		褐果薹草	40	5	
	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数	种名	高度(cm)	盖度(%)	株数
草本层 T11-5	褐果薹草	30	20		井栏边草	7	+	1

表 6.1-4(35)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 1

样方编号	1	地点	重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	蕺菜艾杂草草丛			
经纬度		105.750070 29.836074				
海拔（m）	455	面积(m*m)	2x2			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	草本	蕺菜	*Houttuynia cordata Thunb*	50	30	0.15
2	藤本	金钱豹	*Campanumoea javanica Bl. subsp. japonica (Makino) Hong*	2	20	/
3	藤本	小花金钱豹	*Campanumoea javanica*	1	10	/
4	草本	艾	*Artemisia argyi Lévl. et Van*	15	20	1.21
5	草本	冷水花	*Pilea cadierei*	12	10	1.40
6	草本	龙葵	*Solanum nigrum*	5	6	0.33
7	藤本	蛇葡萄	*Ampelopsis glandulosa*	1	3	/
8	草本	盾果草	*Herba Thyrocarpi Sampsonii*	1	5	0.25

表 6.1-4(36)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 2

样方编号	2	地点	重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	构树石海椒乔灌林			
经纬度		105.75022037 29.836386540				
海拔（m）	450	面积(m*m)	5x5			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	草本	棕叶狗尾草	*Setaria palmifolia*	1	3	0.55
2	草本	龙珠	*Herba Tubocapsici Anomali*	3	2	0.62
3	草本	艾	*Artemisia argyi Lévl. et Van.*	50	10	0.85
4	灌木	牡荆	*Vitex negundo L. var. cannabifolia*	3	5	1.78
5	灌木	瓜木	*Alangium platanifolium*	1	5	1.10
6	灌木	石海椒	*Reinwardtia indica Dumort*	50	20	0.42
7	灌木	刺槐	*Robinia pseudoacacia*	2	25	2.1
8	乔木	构	*Broussonetia papyrifera*	1	40	12.5

表 6.1-4(37)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 3

样方编号	3	地点	重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	南酸枣林			
经纬度		105.75010135,29.83659176				
海拔（m）	451	面积(m*m)	10x10			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	灌木	石海椒	*Reinwardtia indica Dumort,*	60	50	0.55
2	灌木	杜茎山	*Maesa Japonica*	8	5	0.51
3	灌木	金珠柳	*Maesa montana*	8	5	0.53
4	灌木	三裂瓜木	*Alangium platanifolium var*	1	2	0.65
5	乔木	樟树	*Cinnamomum camphora*	1	20	6
6	乔木	构树	*Broussonetia papyrifera*	1	20	6
7	乔木	南酸枣	*Choerospondias axillaris*	8	80	10
8	乔木	盐肤木	*Rhus chinensis Mill*	2	30	6
9	乔木	八角枫	*Alangium chinense (Lour.) Harms*	1	10	7

表 6.1-4(37)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 4

样方编号	4	地点	尖子山森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	葛丛			
经纬度		105.35639270,29.30788339				
海拔（m）	406	面积(m*m)	2x2			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	灌木	葛	*Pueraria montana*	10	60	
2	草本	细风轮菜	*Clinopodium gracile*	12	5	0.15
3	草本	小蓬草	*Erigeron canadensis*	5	2	0.26
4	草本	蒲儿根	*Sinosenecio oldhamianus*	2	3	0.24
5	草本	柠檬草	*Cymbopogon citratus*	2	20	0.95

表 6.1-4(39)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 5

样方编号	5	地点	尖子山森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	杜英楤木林			
经纬度		105.356015,29.307700				
海拔（m）	407	面积(m*m)	5x5			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	草本	野菊	*Chrysanthemum indicum*	2	1	0.32
2	草本	葎草	*Humulus scandens*	20	40	/
3	草本	钝叶酸模	*Rumex obtusifolius*	1	1	0.16
4	灌木	楤木	*Aralia elata*	13	5	2.5
5	乔木	杜英	*Elaeocarpus decipiens*	2	100	10

表 6.1-4(40)　重庆潼南段植物样方调查表-样方 6

样方编号	6	地点	尖子山森林公园			
时间	2023.5.26	植被类型	樟树油茶林			
经纬度		105.3559923347 29.30787333				
海拔（m）	407	面积(m*m)	10x10			
编号	层次	种中文名	种拉丁名	多度	盖度(%)	均高(m)
1	乔木	樟	*Cinnamomum camphora*	2	100	15
2	乔木	油茶	*Camellia oleifera Abel.*	3	70	5
4	灌木	葛	*Pueraria montana*	15	5	0.42

表 6.1-5　管线评价范围植物名录

序号	科名	属名	种名	学名
1	菝葜科	菝葜属	菝葜	*Smilax china*
2	菝葜科	菝葜属	小叶菝葜	*Smilax microphylla*
3	柏科	柏木属	柏木	*Cupressus funebris*
4	报春花科	铁仔属	铁仔	*Myrsine africana*
5	报春花科	珍珠菜属	过路黄	*Lysimachia christiniae*
6	唇形科	牡荆属	黄荆	*Vitex negundo*
7	唇形科	牡荆属	牡荆	*Vitex negundo var. cannabifolia*
8	唇形科	石荠苎属	小鱼仙草	*Mosla dianthera*
9	唇形科	紫苏属	紫苏	*Perilla frutescens*
10	大戟科	乌桕属	乌桕	*Triadica sebifera*
11	大戟科	野桐属	毛桐	*Mallotus barbatus*
12	大戟科	油桐属	油桐	*Vernicia fordii*
13	大麻科	葎草属	葎草	*Humulus scandens*
14	冬青科	冬青属	猫儿刺	*Ilex pernyi*
15	豆科	刺槐属	刺槐	*Robinia pseudoacacia*
16	豆科	葛属	葛	*Pueraria montana*
17	豆科	葛属	葛	*Pueraria montana var. lobata*
18	豆科	葛属	食用葛	*Pueraria edulis*
19	豆科	胡枝子属	胡枝子	*Lespedeza bicolor*
20	豆科	黄檀属	黄檀	*Dalbergia hupeana*
21	凤尾蕨科	凤尾蕨属	井栏边草	*Pteris multifida*
22	凤尾蕨科	凤尾蕨属	欧洲凤尾蕨	*Pteris cretica*
23	凤尾蕨科	凤尾蕨属	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*
24	海金沙科	海金沙属	海金沙	*Lygodium japonicum*
25	禾本科	白茅属	白茅	*Imperata cylindrica*
26	禾本科	白茅属	大白茅	*Imperata cylindrica var. major*
27	禾本科	甘蔗属	斑茅	*Saccharum arundinaceum*
28	禾本科	刚竹属	斑竹	*Phyllostachys reticulata f. lacrima-deae*
29	禾本科	刚竹属	水竹	*Phyllostachys heteroclada*
30	禾本科	狗尾草属	狗尾草	*Setaria viridis*
31	禾本科	狗尾草属	棕叶狗尾草	*Setaria palmifolia*
32	禾本科	假稻属	李氏禾	*Leersia hexandra*
33	禾本科	金发草属	金发草	*Pogonatherum paniceum*
34	禾本科	荩草属	荩草	*Arthraxon hispidus*
35	禾本科	荩草属	矛叶荩草	*Arthraxon lanceolatus*
36	禾本科	簕竹属	慈竹	*Bambusa emeiensis*
37	禾本科	芦竹属	芦竹	*Arundo donax*
38	禾本科	马唐属	马唐	*Digitaria sanguinalis*
39	禾本科	芒属	芒	*Miscanthus sinensis*

续表 6.1-5　管线评价范围植物名录

序号	科名	属名	种名	学名
40	禾本科	牡竹属	麻竹	*Dendrocalamus latiflorus*
41	禾本科	求米草属	竹叶草	*Oplismenus compositus*
42	禾本科	穇属	牛筋草	*Eleusine indica*
43	禾本科	蜈蚣草属	蜈蚣草	*Eremochloa ciliaris*
44	胡桃科	枫杨属	枫杨	*Pterocarya stenoptera*
45	葫芦科	马㼎儿属	钮子瓜	*Zehneria bodinieri*
46	葫芦科	南瓜属	南瓜	*Cucurbita moschata*
47	金星蕨科	金星蕨属	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*
48	金星蕨科	毛蕨属	渐尖毛蕨	*Cyclosorus acuminatus*
49	锦葵科	梵天花属	地桃花	*Urena lobata*
50	菊科	飞蓬属	小蓬草	*Erigeron canadensis*
51	菊科	鬼针草属	金盏银盘	*Bidens biternata*
52	菊科	蒿属	艾	*Artemisia argyi*
53	菊科	蒿属	白苞蒿	*Artemisia lactiflora*
54	菊科	蒿属	黄花蒿	*Artemisia annua*
55	菊科	菊属	野菊	*Chrysanthemum indicum*
56	菊科	天名精属	小花金挖耳	*Carpesium minus*
57	菊科	紫菀属	马兰	*Aster indicus*
58	菊科	紫菀属	三脉紫菀	*Aster trinervius subsp. ageratoides*
59	卷柏科	卷柏属	伏地卷柏	*Selaginella nipponica*
60	卷柏科	卷柏属	江南卷柏	*Selaginella moellendorffii*
61	卷柏科	卷柏属	卷柏	*Selaginella tamariscina*
62	壳斗科	栎属	白栎	*Quercus fabri*
63	壳斗科	栎属	麻栎	*Quercus acutissima*
64	蓼科	萹蓄属	火炭母	*Polygonum chinense*
65	蓼科	萹蓄属	水蓼	*Polygonum hydropiper*
66	蓼科	何首乌属	何首乌	*Fallopia multiflora*
67	蓼科	蓼属	火炭母	*Persicaria chinensis*
68	蓼科	蓼属	水蓼	*Persicaria hydropiper*
69	鳞毛蕨科	贯众属	贯众	*Cyrtomium fortunei*
70	马桑科	马桑属	马桑	*Coriaria nepalensis*
71	毛茛科	银莲花属	打破碗花花	*Anemone hupehensis*
72	木樨科	女贞属	女贞	*Ligustrum lucidum*
73	泡桐科	泡桐属	毛泡桐	*Paulownia tomentosa*
74	葡萄科	乌蔹莓属	乌蔹莓	*Causonis japonica*
75	漆树科	南酸枣属	南酸枣	*Choerospondias axillaris*
76	漆树科	盐麸木属	青麸杨	*Rhus potaninii*
77	漆树科	盐麸木属	盐肤木	*Rhus chinensis*
78	茜草科	茜草属	茜草	*Rubia cordifolia*

续表 6.1-5　管线评价范围植物名录

序号	科名	属名	种名	学名
79	蔷薇科	草莓属	野草莓	*Fragaria vesca*
80	蔷薇科	火棘属	火棘	*Pyracantha fortuneana*
81	蔷薇科	枇杷属	枇杷	*Eriobotrya japonica*
82	蔷薇科	蔷薇属	缫丝花	*Rosa roxburghii*
83	蔷薇科	蔷薇属	野蔷薇	*Rosa multiflora*
84	蔷薇科	悬钩子属	插田泡	*Rubus coreanus*
85	蔷薇科	悬钩子属	川莓	*Rubus setchuenensis*
86	蔷薇科	悬钩子属	高粱泡	*Rubus lambertianus*
87	茄科	茄属	龙葵	*Solanum nigrum*
88	伞形科	胡萝卜属	野胡萝卜	*Daucus carota*
89	伞形科	窃衣属	窃衣	*Torilis scabra*
90	桑科	构属	构	*Broussonetia papyrifera*
91	桑科	构属	构树	*Broussonetia papyrifera*
92	桑科	榕属	地果	*Ficus tikoua*
93	桑科	榕属	菱叶冠毛榕	*Ficus gasparriniana var. laceratifolia*
94	桑科	榕属	异叶榕	*Ficus heteromorpha*
95	桑科	桑属	桑	*Morus alba*
96	桑科	水蛇麻属	水蛇麻	*Fatoua villosa*
97	莎草科	薹草属	褐果薹草	*Carex brunnea*
98	莎草科	薹草属	丝叶薹草	*Carex capilliformis*
99	莎草科	薹草属	丝叶薹草	*Carex capilliformis*
100	莎草科	珍珠茅属	高秆珍珠茅	*Scleria terrestris*
101	山茱萸科	八角枫属	瓜木	*Alangium platanifolium*
102	山茱萸科	山茱萸属	灯台树	*Cornus controversa*
103	山茱萸科	山茱萸属	光皮梾木	*Cornus wilsoniana*
104	鼠李科	勾儿茶属	勾儿茶	*Berchemia sinica*
105	松科	松属	马尾松	*Pinus massoniana*
106	桃金娘科	桉属	桉	*Eucalyptus robusta*
107	天南星科	大薸属	大薸	*Pistia stratiotes*
108	五福花科	荚蒾属	短序荚蒾	*Viburnum brachybotryum*
109	五福花科	荚蒾属	荚蒾	*Viburnum dilatatum*
110	五福花科	荚蒾属	金佛山荚蒾	*Viburnum chinshanense*
111	五福花科	荚蒾属	宜昌荚蒾	*Viburnum erosum*
112	五福花科	接骨木属	接骨草	*Sambucus javanica*
113	五加科	常春藤属	常春藤	*Hedera nepalensis var. sinensis*
114	五加科	楤木属	楤木	*Aralia elata*
115	五加科	五加属	白簕	*Eleutherococcus trifoliatus*
116	苋科	莲子草属	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*
117	香蒲科	香蒲属	香蒲	*Typha orientalis*

续表 6.1-4 管线评价范围植物名录

序号	科名	属名	种名	学名
118	小檗科	小檗属	豪猪刺	*Berberis julianae*
119	旋花科	虎掌藤属	牵牛	*Ipomoea nil*
120	荨麻科	糯米团属	糯米团	*Gonostegia hirta*
121	鸭跖草科	鸭跖草属	饭包草	*Commelina benghalensis*
122	鸭跖草科	鸭跖草属	鸭跖草	*Commelina communis*
123	杨柳科	杨属	汉白杨	*Populus ningshanica*
124	野牡丹科	野牡丹属	印度野牡丹	*Melastoma malabathricum*
125	叶下珠科	叶下珠属	叶下珠	*Phyllanthus urinaria*
126	雨久花科	凤眼莲属	凤眼莲	*Eichhornia crassipes*
127	鸢尾科	鸢尾属	蝴蝶花	*Iris japonica*
128	芸香科	花椒属	花椒	*Zanthoxylum bungeanum*
129	芸香科	花椒属	竹叶花椒	*Zanthoxylum armatum*
130	樟科	樟属	樟	*Cinnamomum camphora*
131	沼金花科	肺筋草属	肺筋草	*Aletris spicata*
132	紫茉莉科	紫茉莉属	紫茉莉	*Mirabilis jalapa*
133	棕榈科	棕榈属	棕榈	*Trachycarpus fortunei*
134	酢浆草科	酢浆草属	酢浆草	*Oxalis corniculata*

6.1.3 管道沿线动物现状调查与分析

野生动物现状调查采用现场调查、访问调查与搜集相关野生动物资料相结合的方法。野外调查于 2021 年 8 月 15 日至 19 日开展。动物样线的布设原则以涵盖评价范围内典型生境类型和突出敏感目标为主要原则，采取分层随机抽样的方法布设，首先依据生境类型对评价范围进行分类，其次在每种生境类型中随机布设至少 3 条样线。生境类型参考《生物多样性观测技术导则》（HJ 710-2014），结合评价范围主要植被类型，最终确定乔木林、灌木林（含草地）、农田-居住点 3 类。具体样线布置点位见表 6.1-6、图 6.1-2 和附图。

表 6.1-6 工程评价范围动物现场调查样线统计

编号	起点坐标		终点坐标		长度(km)	动物种类
	纬度	经度	纬度	经度		
1	29.56380	104.83781	29.56373	104.84584	1.50	刺猬、小䴙䴘、黄苇鳽、中白鹭、珠颈斑鸠、灰背伯劳、喜鹊、麻雀、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、灰鹡鸰
2	29.67317	104.98732	29.67397	104.99187	1.44	大白鹭、池鹭、苍鹭、珠颈斑鸠、普通翠鸟、灰背伯劳、喜鹊、麻雀、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、白鹡鸰
3	29.66125	105.08196	29.65559	105.09567	1.59	白鹭、池鹭、苍鹭、珠颈斑鸠、喜鹊、麻雀、八哥、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、乌鸫、白鹡鸰、金翅雀
4	29.63956	105.17369	29.63939	105.18845	1.51	大白鹭、苍鹭、白鹭、灰背伯劳、喜鹊、麻雀、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、金腰燕、乌鸫、白鹡鸰、金翅雀、小鹀
5	29.67207	105.35512	29.67413	105.36094	1.28	北草蜥、珠颈斑鸠、山斑鸠、麻雀、白腰文鸟、小灰山椒鸟、黑卷尾、领雀嘴鹎、白头鹎、黑尾蜡嘴雀
6	29.63784	105.28463	29.62861	105.28099	1.29	山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、喜鹊、丝光椋鸟、小灰山椒鸟、黑卷尾、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、金翅雀
7	29.51927	105.27947	29.51002	105.28414	1.20	山斑鸠、珠颈斑鸠、喜鹊、麻雀、小灰山椒鸟、黑卷尾、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、乌鸫、白鹡鸰
8	29.33051	105.36392	29.31761	105.36345	1.77	铜蜓蜥、北草蜥、领雀嘴鹎、白头鹎、黑卷尾、棕脸鹟莺、白颊噪鹛、黑尾蜡嘴雀、小鹀
9	29.69694	105.40458	29.68634	105.39645	1.50	白鹭、苍鹭、珠颈斑鸠、喜鹊、麻雀、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、乌鸫、白鹡鸰、灰鹡鸰
10	29.76223	105.47282	29.77550	105.47815	1.59	铜蜓蜥、北草蜥、领雀嘴鹎、白头鹎、麻雀、棕脸鹟莺、纯色山鹪莺、金翅雀、小鹀
11	29.78099	105.66981	29.78834	105.68301	1.59	北草蜥、翠青蛇、丝光椋鸟、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、棕脸鹟莺、白颊噪鹛、棕头鸦雀、金翅雀、小鹀

续表 6.1-6　工程评价范围动物现场调查样线统计

编号	起点坐标		终点坐标		长度(km)	动物种类
	纬度	经度	纬度	经度		
12	29.86053	105.81481	29.86489	105.82917	1.61	戴胜、小灰山椒鸟、黑卷尾、灰卷尾、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、白颊噪鹛、棕头鸦雀
13	29.88040	105.90674	29.88623	105.92123	1.69	苍鹭、大白鹭、珠颈斑鸠、灰背伯劳、麻雀、白腰文鸟、八哥、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、乌鸫
14	29.90831	106.01454	29.91657	106.02422	1.48	山斑鸠、灰背伯劳、棕被伯劳、小灰山椒鸟、黑卷、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、金翅雀、小鸦
15	29.89359	106.12625	29.14521	106.89571	1.89	普通鸬鹚、大白鹭、白鹭、珠颈斑鸠、**灰背伯劳、喜鹊、麻雀、八哥、领雀嘴鹎、白头鹎、家燕、乌鸫、白鹡鸰**





图 6.1-2　管道沿线动物现场调查照片

6.1.3.1　管道沿线动物多样性分析

经咨询当地林业局、环保局等部门及专家并结合现场调查，管线多沿平原区农田敷设，评价范围内农耕历史悠久，受人为经济活动的影响，野生动物资源以广布种类和常见种类为主。调查期间在评价范围内共记录到动物 19 目、46 科、86 种。

1)　哺乳类

哺乳类 4 目 5 科 6 种，以草兔、刺猬和啮齿类最为常见，详见表 6.1-5。评价范围内无国家重点保护动物，仅黄鼬为四川省级和重庆市级保护动物，黄鼬、草兔和刺猬均为国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物（以下简称“三有”动物）。评价范围内分布的哺乳类动物中，除褐家鼠和小家鼠主要分布在居民点外，其余均分布在森林、灌丛等人类干扰较少的区域，其中黄鼬的数量较少，也会在农田-居民点附近觅食，具体见表 6.1-7。

表 6.1-7　管道沿线评价范围内哺乳类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	黄鼬/*Mustela sibirica*	四川省级 重庆市级 “三有”	LC	否	内江市、泸州市	访问	否
2	褐家鼠/*Rattus norvegicus*		LC	否	内江市	访问	否
3	小家鼠/*Mus musculus*		LC	否	内江市	访问	否
4	四川田鼠/*Microtus millicens*		LC	是	内江市	文献	否
5	草兔/*Lepus capensis*	“三有”	LC	否	内江市、资阳市	访问	否
6	刺猬/*Erinaceus amurensis*	“三有”	LC	否	内江市、资阳市	目击	否

注：IUCN 标准，LC—无危，VU—易危，NT—近危

2)　鸟类

评价范围内鸟类种类较多，有 9 目 31 科 56 种，以农田-居民点生境常见种类为主，包括喜鹊、家燕、麻雀、斑鸠、椋鸟、伯劳等，详见表 6.1-6。评价范围内无国家级重点保护鸟类，分布有 4 种四川省级或重庆市级重点保护鸟类，46 种鸟类属于国家“三有”动物。依据鸟类栖息地特点，大致可划分为：水田-湿地类群，以鹈鹕目、鲣鸟目、鹈形目、鸻形目、佛法僧目和雀形目的鹡鸰科近水栖息和觅食的鸟类为主；农田-居民点类群，以鸡形目、鸽形目、犀鸟目和雀形目的伯劳科、鸦科、燕科、椋鸟科、雀科、苇莺科和梅花雀科等抗人为干扰较强的伴人栖息鸟类为主；林区灌丛类群，以雀形目的山椒鸟科、山雀科、鹎科、树莺科、长尾山雀科、扇尾莺科、鹛科、噪鹛科、莺鹛科、绣眼鸟科、燕雀科和鹀科等栖息在乔木林、灌丛和林间草地生境的鸟类为主。

表 6.1-8　管道沿线评价范围内鸟类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	雉鸡/*Phasianus colchicus*	“三有”	LC	否	隆昌市、泸县	文献	否
2	凤头鸊鷉/*Podiceps cristatus*		LC	否	隆昌市、泸县	文献	否
3	小鸊鷉/*Tachybaptus ruficollis*	四川省级		否	隆昌市、泸县	目击+文献	否
4	普通鸬鹚/*Phalacrocorax carbo*	四川省级“三有”	LC	否	东兴区、隆昌市、泸县	目击	否
5	夜鹭/*Nycticorax nycticorax*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市	文献	否
6	黄苇鳽/*Ixobrychus sinensis*	重庆市级“三有”	LC	否	泸县	目击	否
7	大白鹭/*Ardea alba*	“三有”	LC	否	东兴区、隆昌市、泸县	目击	否
8	中白鹭/*Ardea intermedia*	四川省级“三有”	LC		东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
9	池鹭/*Ardeola bacchus*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区、泸县	目击	否
10	白鹭/*Egretta garzetta*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
11	苍鹭/*Ardea cinerea*	“三有”	LC	否	东兴区、隆昌市、泸县	目击	否
12	长嘴剑鸻/*Charadrius placidus*	“三有”	LC	否	泸县	文献	否
13	白腰草鹬/*Tringa ochropus*	“三有”	LC	否	东兴区、泸县	文献	否
14	矶鹬/*Actitis hypoleucos*	“三有”	LC	否	东兴区、隆昌市	文献	否
15	山斑鸠/*Streptopelia orientalis*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、泸县	目击	否
16	珠颈斑鸠/*Spilopelia chinensis*		LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
17	戴胜/*Upupa epops*	“三有”	LC	否	泸县	目击+文献	否
18	普通翠鸟/*Alcedo atthis*	“三有”	LC	否	威远县、东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否

续表 6.1-8　管道沿线评价范围鸟类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
19	小灰山椒鸟/*Pericrocotus cantonensis*	“三有”	LC	否	安岳县	目击+文献	否
20	棕背伯劳/*Lanius schach*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、泸县	目击+文献	否
21	灰背伯劳/*Lanius tephronotus*	“三有”	LC	否	内江市	目击	否
22	黑卷尾/*Dicrurus macrocercus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市、泸县	目击	否
23	灰卷尾/*Dicrurus leucophaeus*	“三有”	LC	否	东兴区	目击	否
24	红嘴蓝鹊/*Urocissa erythroryncha*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区、泸县	文献	否
25	喜鹊/*Pica pica*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县	目击	否
26	黄腹山雀/*Pardaliparus venustulus*	“三有”	LC	否	安岳县	文献	否
27	远东山雀/*Parus minor*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区、泸县	文献	否
28	小云雀/*Alauda gulgula*	“三有”	LC	否	泸县	文献	否
29	领雀嘴鹎/*Spizixos semitorques*	“三有”	LC	否	威远县、东兴区、泸县	目击+文献	否
30	白头鹎/*Pycnonotus sinensis*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、泸县	目击+文献	否
31	家燕/*Hirundo rustica*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
32	金腰燕/*Cecropis daurica*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区、隆昌市、泸县	目击	否
33	棕脸鹟莺/*Abroscopus albogularis*		LC	否	安岳县、威远县、东兴区	目击+文献	否
34	红头长尾山雀/*Aegithalos concinnus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区	文献	否
35	纯色山鹪莺/*Prinia inornata*			否	安岳县、威远县、东兴区、泸县	目击+文献	否

续表 6.1-8 管道沿线评价范围鸟类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
36	棕颈钩嘴鹛/*Pomatorhinus ruficollis*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县	文献	否
37	白颊噪鹛/*Garrulax sannio*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县	目击+文献	否
38	棕头鸦雀/*Sinosuthora webbiana*		LC	否	安岳县	目击+文献	否
39	八哥/*Acridotheres cristatellus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区	目击+文献	否
40	丝光椋鸟/*Spodiopsar sericeus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区	目击+文献	否
41	乌鸫/*Turdus merula*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市	目击+文献	否
42	红胁蓝尾鸲/*Tarsiger cyanurus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区	文献	否
43	鹊鸲/*Copsychus saularis*	“三有”	LC	否	东兴区、泸县	文献	否
44	北红尾鸲/*Phoenicurus auroreus*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、东兴区、隆昌市	文献	否
45	蓝额红尾鸲/*Phoenicurus frontalis*		LC	否	东兴区	文献	否
46	红尾水鸲/*Rhyacornis fuliginosa*		LC	否	安岳县、东兴区、泸县	文献	否
47	白顶溪鸲/*Chaimarrornis leucocephalus*		LC	否	东兴区	文献	否
48	麻雀/*Passer montanus*		LC	否	安岳县、威远县、隆昌市、泸县	目击+文献	否
49	白腰文鸟/*Lonchura striata*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、隆昌市、泸县	目击	否
50	白鹡鸰/*Motacilla alba*	“三有”	LC	否	安岳县、东兴区	目击+文献	否
51	灰鹡鸰/*Motacilla cinerea*	“三有”	LC	否	东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
52	树鹨/*Anthus hodgsoni*	“三有”	LC	否	安岳县、隆昌市、泸县	文献	否
53	粉红胸鹨/*Anthus roseatus*	“三有”	LC	否	泸县	文献	否
54	黑尾蜡嘴雀/*Eophona migratoria*	“三有”	LC	否	威远县、东兴区、隆昌市、泸县	目击+文献	否
55	金翅雀/*Chloris sinica*	“三有”	LC	否	安岳县、威远县、泸县	目击+文献	否
56	小鹀/*Emberiza pusilla*	“三有”	LC	否	威远县、东兴区、泸县	目击+文献	否

3） 爬行类

评价范围爬行类共有 2 目 4 科 9 种，主要有蜥蜴和蛇等，其中 3 种为四川省级或重庆市级保护动物，除乌龟外均为国家“三有”物种，详见表 6.1-7。评价范围内分布的爬形动物中以乌龟分布最广，均为人工养殖个体。其它物种大致分成两类，一类以各种蜥蜴为代表，主要分布在林区灌丛生境；另一类以蛇为代表，主要活动于稻田、水塘、河流等湿地附近。

表 6.1-9 管道沿线评价范围爬行类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	乌龟/ *Chinemys reevesii*		LC	否	泸州市、内江市、资阳市	访问	否
2	蓝尾石龙子/ *Eumeces elegans*	“三有”	LC	否	安岳县	文献	否
3	铜蜓蜥/ *Sphenomorphus indicus*	“三有”	LC	否	泸县、资阳市	目击	否
4	北草蜥/ *Takydromus septentrionalis*	“三有”	LC	否	安岳县	目击	否
5	翠青蛇/ *Cyclophiops major*	“三有”	LC	否	资阳市、泸州市	目击	否
6	赤链蛇/ *Lycodon rufozonatus*	“三有”	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	访问	否
7	玉斑锦蛇/ *Elaphe mandarinus*	重庆市级 “三有”	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	文献	否
8	黑眉锦蛇/ *Elaphe taeniura*	重庆市级 “三有”	VU	否	内江市、资阳市	文献	否
9	王锦蛇/ *Elaphe carinata*	四川省级 “三有”	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	文献	否

注：IUCN 标准，LC—无危，VU—易危，NT—近危

4） 两栖类

两栖类有 1 目 3 科 3 种，包括中华大蟾蜍、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙，均为国家“三有”动物，见表 6.1-8。其中，中华大蟾蜍数量最多，分布最广，主要栖息在沿线水田、沼泽和河流湿地区域；泽陆蛙亦较为常见，主要分布在沿线稻田、沼泽、水沟；黑斑侧褶蛙数量较为稀少，文献记载在沿线水田、池塘、水沟等静水或流水缓慢的河流附近。

表 6.1-10　管道沿线评价范围两栖类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	中华大蟾蜍/ *Bufo gargarizans*	“三有”		否	沿线均有分布	目击	否
2	泽陆蛙/ *Fejervarya multistriata*	“三有”		否	泸州市、内江市、资阳市	目击	否
3	黑斑侧褶蛙/ *Pelophylax nigromaculatus*	“三有”	NT	否	泸州市、内江市、资阳市	文献	否

注：IUCN 标准，LC—无危，VU—易危，NT—近危

4)　鱼类

管道沿线所经河流水域中水生动物均为常见种，有 3 目 3 科 12 种，主要为四大家鱼(青、草、鲢、鳙)及鲤鱼、鲫鱼等，详见表 6.1-9。评价范围内多数河流在近年来曾经遭受严重污染，加之无序捕捞及电鱼行为，导致鱼类种群数量大幅下降，随着当地政府有序治理污染、禁渔和增殖放流，鱼类种群慢慢恢复，但仍以鳘鱼、草鱼、鲤鱼、鲫鱼、翘嘴红鲌、鳙、鲢等放流物种为主。走访调查发现多数河流鱼类主要分布在河道沿线的水库、湖泊等静水或缓流区域，如威远河鱼类主要分布在评价范围以外的葫芦口水库，乌龙河鱼类主要分布在评价范围以外的乌龙沱水库。

表 6.1-11　管道沿线评价范围鱼类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	鳘鱼/ *Hemiculter leucisculus*	-	LC	否	内江市、泸州市	访问	否
2	草鱼/ *Ctenopharyngodon idella*	-	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	访问	否
3	鲤鱼/ *Cyprinus carpio*	-	VU*	否	泸州市、内江市、资阳市	目击	否
4	鲫鱼/ *Carassius auratus auratus*	-	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	目击	否
5	鲢鱼/ *Hypophthalmichthys molitrix*	-	NT*	否	泸州市、内江市、资阳市	访问	否

续表 6.1-11　管道沿线评价范围鱼类动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种是/否	分布区域	资料来源	工程占用情况
6	鳙鱼/ *Hypophthalmichthys nobilis*	-	DD	否	泸州市、内江市、资阳市	访问	否
7	翘嘴红鲌/ *Erythroculter ilishaeformis*	-	LC	否	内江市、资阳市	访问	否
8	长蛇鮈/ *Saurogobio dumerili*	-		否	内江市、资阳市	文献	否
9	麦穗鱼/ *Pseudorasbora parva*	-	LC	否	泸州市、内江市、资阳市	目击	否
10	中华倒刺鲃/ *Spinibarbus sinensis*	-		否	内江市	访问	否
11	黄颡鱼/ *Spinibarbus sinensis*	-		否	泸州市、内江市	访问	否
12	乌鳢/ *Ophiocephalus argus*	-		否	泸州市、内江市	访问	否

注：IUCN 标准，LC—无危，VU—易危，NT—近危，*仅限野生个体

6.1.3.3　珍稀保护动物

调查中并未发现国家级重点保护野生动物，但发现红色名录中列出的易危动物 2 种：黑眉锦蛇、鲤鱼，近危物种 2 种：鲢鱼、黑斑侧褶蛙，其中鲤鱼和鲢鱼均为人工养殖或增殖放流个体。共发现四川和重庆市重点保护野生动物 8 种，黄鼬、黄苇鳽、小鸊鷉、中白鹭、普通鸬鹚、王锦蛇、玉斑锦蛇和黑眉锦蛇，具体见表 6.1-12。

表 6.1-12　管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称(中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	资料来源	工程占用(是/否)
1	黄鼬 *Mustela sibirica*	四川省级 重庆市级	LC	否	访问	否
2	黄苇鳽 *Ixobrychus sinensis*	重庆市级	LC	否	目击	否
3	小鸊鷉 *Tachybaptus ruficollis*	四川省级	LC	否	目击	否
4	中白鹭 *Ardea intermedia*	四川省级	LC	否	目击	否
5	普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo*	四川省级	LC	否	目击	否
6	王锦蛇 *Elaphe carinata*	四川省级	LC	否	文献	否
7	玉斑锦蛇 *Elaphe mandarinus*	重庆市级	LC	是	文献	否
8	黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	重庆市级	VU	否	文献	否

注：IUCN 标准，LC—无危，VU—易危。

6.1.3.4　主要河流水生生物

管线穿越大中型河流 6 处，其中沱江为钻爆隧道穿越，九曲河、清流河和小安溪为定向钻穿越，威远河和乌龙河为大开挖穿越。

1)　沱江：根据《四川鱼类志》、《沱江鱼类资源现状及多样性》、《四川主要江河鱼类饵料生物资源及其合理利用的途径》及其他相关文献，沱江为长江上游支流，主要饵料生物包括浮游动物、浮游植物、底栖无脊椎动物和岸边沉水或挺水植物等。浮游动物主要包括轮虫、枝角类、桡足类，以轮虫、晶囊轮虫、臂尾轮虫、船卵溞、裸腹溞、短尾秀体溞、象鼻溞、镖水蚤、剑水蚤为优势种（属）；浮游植物包括硅藻、蓝藻、隐藻、绿藻，以小环藻、脆杆藻、直链藻、衣藻、多甲藻和裸藻为优势属，其中硅藻在枯水期和丰水期均有优势，蓝藻为丰水期优势类群，隐藻和绿藻主要在枯水期占优势；其次还有水葫芦、浮萍等水生植物。沱江常见鱼类包括鲫鱼、鲤鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鰲鱼、麦穗鱼、翘嘴红鲌、泥鳅、中华沙鳅、黄颡鱼、乌鳢等。根据现场走访情况，沱江穿越涉及的区域无珍惜特有保护鱼类，无鱼类越冬场、产卵场和索饵场“三场”分布，并且穿越方式为钻爆法，施工过程可能会产生一定的震动，会短期驱赶一定范围内的水生鱼类，但是不会对水生生物及其生境产生影响。

2)　九曲河：属于濑溪河支流，常见鱼类包括鲫鱼、鲤鱼、草鱼、青鱼、鲢鳙鱼、鲶鱼、鰲条等，泸县相关部门近年来曾向濑溪河增殖放流中华倒刺鲃、翘嘴红鲌、胭脂鱼、白鲢、鳙鱼等。工程穿越方式都为定向钻，在有效管理好沉淀池和泥浆收集池后，工程建设不会影响河流水质和水生生物生活。河道两侧均为浅丘地貌，两岸主要为耕地，出入土点位于冲沟内，施工结束后可继续种植农作物，不会对自然生态环境产生影响。

3）清流河：为沱江支流，常见鱼类包括鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、草鱼、鲫鱼、鰲条、鲶鱼、黄颡鱼、翘嘴红鲌等。河流常见的浮游动物包括剑水蚤、象鼻蚤、轮虫等，常见的植物有绿藻、硅藻等。工程穿越方式都为定向钻，在有效管理好沉淀池和泥浆收集池后，工程建设不会影响河流水质和水生生物生活。

4）小安溪：常见鱼类包括四大家鱼、鲫鱼、黄颡鱼、翘嘴红鲌、鲤鱼、乌鳢、鰲鱼、泥鳅等。常见的浮游动物包括剑水蚤、象鼻蚤、轮虫等，常

见的植物有绿藻、硅藻等。工程穿越方式都为定向钻，在有效管理好沉淀池和泥浆收集池后，工程建设不会影响河流水质和水生生物生活。

5）　威远河：为长江支流沱江支流釜溪河的上游干流，建有长沙坝、葫芦口水库（以下简称长葫水库）。根据《四川鱼类志》及相关文献资料，威远河浮游动物主要为枝角类和轮虫，包括臂尾轮虫、象鼻蚤、剑水蚤等；浮游植物包括绿藻、硅藻和蓝藻，常见衣藻、鱼腥藻、小环藻、舟形藻等；常见水生植物还有水葫芦、浮萍等。根据《威远县葫芦口水库鱼类调查报告》，威远河的鱼类有中华倒刺鲃、华鲮、鲤鱼、鲫鱼、麦穗鱼、草鱼、南方马口鱼、团头鲂、鰲条、鲢、鳙、鲶、乌鳢、吻鰕虎等。本工程穿越涉及区域位于葫芦口水库下游威远河段，相关资料显示该区域鱼类以鳙、鲢、鲤和草鱼等养殖鱼类为主，无珍稀保护及特有鱼类，无鱼类越冬场、产卵场和索饵场“三场”分布。工程穿越设计为大开挖，在短期内改变河水的流动，在一定程度上影响鱼类的栖息。因此，河道开挖应选择在枯水期进行施工，并科学管理，缩短施工工期，施工结束后严格按照要求尽快恢复河道。

6）　乌龙河源于资中县，途径威远县、市中区，融于自贡釜溪河，属于沱江支流。乌龙河曾被严重污染，近年来经过治理，水质有所改善，并在多个区段开展鱼类增殖放流活动。浮游动物主要为枝角类和轮虫，常见轮虫和剑水蚤等。浮游植物包括绿藻和硅藻，常见衣藻、舟形藻、水葫芦等。根据相关资料，受河流污染、河流清淤、河岸治理等影响，乌龙河穿越涉及区域常见鱼类为抗干扰较强的鳙鱼、鲫鱼、鲤鱼、鰲鱼、鲶等，无珍稀保护及特有鱼类，无鱼类越冬场、产卵场和索饵场“三场”分布。该段穿越方式为大开挖，施工会阻断河流，影响水生动物的活动，但考虑到该区域鱼类为抗干扰较强的种类，在采取有效管理措施、严格控制工期和严格河道恢复措施后，将不会对水生生物及其生境产生太大影响。

6.1.4　管道沿线土地利用现状

本次评价通过卫星遥感影像解译和现场调查校对，对管道沿线土地利用现状进行调查与分析。根据遥感解译统计，管道沿线土地利用类型有耕地、林地、园地、住宅用地、水域及水利设施用地等，土地利用类型详见表 6.1-13 和生态遥感图集。

管线评价范围内的土地利用总面积 15976m²，评价范围内土地利用以耕地为主，面积为 8870hm²，占总面积的 55.52%，包括旱地、水浇地和水田，其中水田面积 6537hm²，占比 40.92%，是管道沿线主要土地利用类型。其次是林地，面积为 5792.25m²，占评价范围的 37.13%，呈碎片化分散在评价范围内。其他土地利用类型所占比例相对较少，均低于 5%，主要包括 4.84%的住宅及教育用地 773.74hm²，1.24%的水利及水利设施用地 197.66hm²，0.9%的园地 144.3hm²，0.3%的建筑用地 47.26hm²，0.1%的草地 16.49hm²，0.82%的交通运输用地 130.54hm²，0.02%的裸地 3.45hm²。

表 6.1-13　管道两侧各 300m 范围内土地利用现状

类别	类型	面积(hm²)	占比(%)	面积小计（hm²）	占比小计（%）
耕地	旱地	2273.62	14.23	8870.53	55.52
	水田	6537.00	40.92		
	水浇地	41.09	0.26		
	设施农用地	18.83	0.12		
园地	果园	4.46	0.03	144.38	0.90
	其他园地	139.93	0.88		
林地	灌木林地	344.78	2.16	5792.25	37.13
	其他林地	45.22	0.28		
	乔木林地	5002.89	31.32		
	竹林地	399.37	2.50		
草地	天然牧草地	16.49	0.10	16.49	0.10
工、矿、建筑用地	采矿用地	2.46	0.02	47.26	0.30
	工业用地	39.64	0.25		
	水工建筑用地	5.16	0.03		
交通运输用地	公路用地	125.91	0.79	130.54	0.82
	管道运输用地	1.09	0.01		
	交通服务场站用地	0.56	0.00		
	铁路用地	2.98	0.02		
住宅及教育用地	教育用地	1.73	0.01	773.44	4.84
	农村宅基地	771.71	4.83		
水域及水利设施用地	河流水面	92.37	0.58	197.66	1.24
	坑塘水面	56.77	0.36		
	水库水面	48.52	0.30		
裸地	裸土地	3.45	0.02	3.45	0.02
合计		15976.00	100	15976.00	100

6.1.5 管道沿线生态系统现状

根据遥感解译，辅以现场调查核实，工程评价范围总面积 15976m²，范围内生态系统以人工生态系统为主，面积为 10046.77hm²，占总评价面积的 62.89%，自然生态系统面积为 59292317hm²，仅占 37.11%，具体类型见表 6.1-14。自然生态系统中以森林生态系统为主，占比 36.06%，主要包括阔叶林、针叶林、灌丛和林间草丛，其中针叶林面积为 4860.2470hm²，占棕生态面积的 30.42%。人工生态系统则以农田生态系统为主，占比 56.94%，其中耕地占绝对优势，面积为 8949.7223hm²，占总生态面积的 56.02%。

表 6.1-14 管道两侧各 300m 范围内生态系统现状

生态系统		类型	面积(hm²)	占比(%)
自然生态系统	森林生态系统	阔叶林	540.26	3.38
		针叶林	4860.25	30.42
		阔叶灌丛	345.30	2.16
		草丛	16.49	0.10
		小计	5762.30	36.06
	淡水生态系统	湖泊	74.35	0.47
		河流	92.59	0.58
		小计	166.94	1.05
人工生态系统	农田生态系统	耕地	8949.72	56.02
		园地	141.72	0.89
		裸地	4.62	0.03
		小计	9096.06	56.94
	城市生态系统	居住地	772.66	4.84
		工矿交通	178.05	1.11
		小计	950.71	5.95
合 计			15976.00	100.00

6.1.6 管道沿线土壤类型

结合中国土壤数据库和现场调查可知，管道沿线土壤类型主要为紫色土和水稻土。

四川盆地是我国紫色土分布最集中的地区，紫色土是由特殊性质的紫色岩母质形成的初育土。紫色土有机质含量在 1.0%左右，其发育程度较同地区的红、黄壤为迟缓状态，尚不具脱硅富铝化特征，属化学风化微弱的

土壤，呈中性至微碱性反应。紫色土广泛分布在管道全线，矿质养分丰富，农业利用价值很高，具有明显淋溶脱钙特征，不含或仅含少量碳酸钙，质地适中，肥力较高，作物宜种度高，适合种植柑桔、甘蔗等作物，

水稻土是四川省最主要的耕地土壤类型。是由各种地带性土壤、半水成土和水成土经水耕熟化培育而成。水稻土的剖面结构包括下列层次:耕作层、犁底层、渗育层、淀积层、淀积潜育层及潜育层。水稻土主要分布在工图沿线水田等区段。

6.1.7 管道沿线生态敏感目标情况

6.1.7.1 隆昌尖子山森林公园

隆昌尖山子森林公园是内江市级森林公园，由内江市政府 2010 年 5 月 11 日批复准成立(内府函[2010]31 号)。位于石燕桥镇同济村、叶家沟村、净土村，占地 5.8km^2，距县城 21km，核心区森林面积达 3300 亩。该森林公园有香樟、马尾松、油茶、杉木、桢楠、桫椤等 160 余种珍贵树种，其次有慈竹、麻竹、撑绿竹等竹类植物、蕨类植物以及林下禾本科等。野生动物资源有黄鼬、珠颈斑鸠、白颊噪鹛、白头鹎、白鹭、草兔等种类。管线建设不穿越该森林公园，管道距该森林公园 200m。总体上管道对该森林公园的野生动植物不会产生影响。

本工程未穿越森林公园，未在森林公园设置施工便道、堆管场等临时工程，对森林公园无直接影响。管道与公园的关系见图 6.1-3。

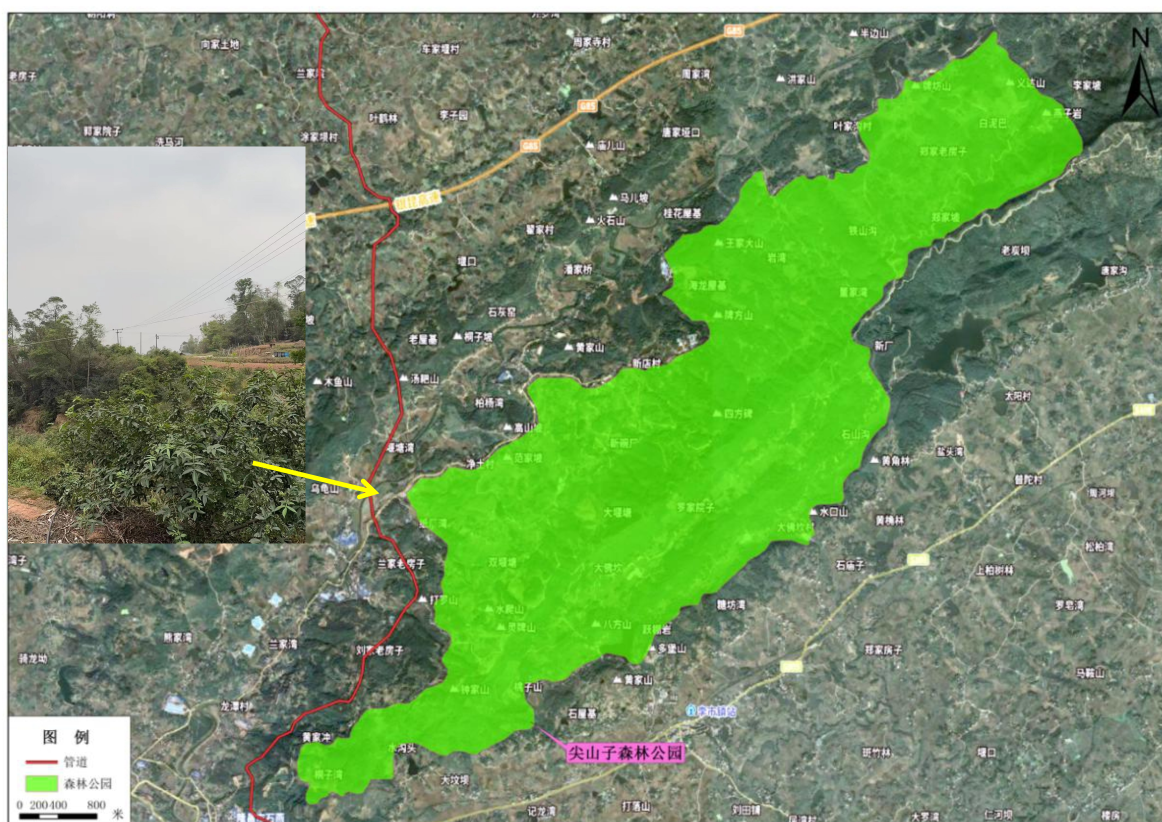


图6.1-3　管道与隆昌尖山子森林公园关系示意

6.1.8.2　潼南区五桂山楠木市级森林公园(潼南区生态保护红线)

五桂山楠木市级森林公园是2018年3月由重庆市林业批复成立(渝林产[2018]31号)，面积1.32km²，位于潼南区南部五桂镇境内的五桂山，距潼南城区50km，其主峰海拔600m，主要楠木有桢楠、黄楠和水楠，楠木是国家二级保护植物。五桂山楠木市级森林公园外边界与生态保护红线重合。管道与公园的关系见图6.1-4。

本工程未穿越该森林公园，距森林公园30m，评价范围未发现楠木。施工区域为农田。本工程未在森林公园设置施工便道、堆管场等临时工程，对森林公园无直接影响。



图 6.1-4　管道与五桂山楠木市级森林公园（生态保护红线）关系

6.1.9　小结

1)　评价范围土地利用现状主要为耕地、林地、园地、住宅用地、水域及水利设施用地等，总体现状是土地生产力较高，林地以次生林和人工林为主，区域生态系统较稳定。

2)　评价范围附近多为农田或作为非农田用地，植被丰富度不高，主要植被类型是以农田生态系统为主的农田植被，自然植被主要是一些人工林，散布于田间、道路、河渠两侧、村庄附近；评价范围内无国家保护野生植物，无古树名木。

3)　管道沿线动物多样性较高，物种以常见鸟类居多。调查期间评价范围内未发现国家级重点保护动物。评价范围内有 8 种四川省和重庆市重点保护动物，包括黄鼬、黄苇鳽等。

4)　评价范围生态系统由少数景观类型(主要是农田、居民点、林地景观类型)所支配，系统比较稳定，人类活动在该系统中起了主导作用。

5)　沿线地区经济发达，未利用土地较少；本工程沿线基本农田保护

率高，站场永久占地对基本农田全部避让。

6.2 生态环境影响预测与评价

根据本工程的特点、施工方式和工程进度分析，其对生态的影响主要集中在施工期，随着施工期的结束，评价范围生态系统是可以逐渐恢复的。施工期的影响主要包括管沟开挖、铺设管道、建设站场、修筑施工道路等工程活动对植被的破坏、占用改变土地利用类型等。

现依据导则，按施工期和运行期分别就工程导致植物群落及植被盖度变化、重要物种的活动、分布及重要生境变化、生境连通性及破碎化程度变化、生物多样性变化等开展预测与分析。

6.2.1 主要工程活动占地影响分析

6.2.1.1 工程占地情况

本工程占地分为永久征地和临时占地。永久征地主要为站场、线路截断阀室、标志桩、加密桩、警示牌等；临时占地主要为管道施工作业带、堆管场地、施工便道等。本工程占地面积 798.82hm²，其中永久占地面积为 19.36hm²，临时占地总计 779.46hm²。本工程土地占用情况详见表 6.3-1 和表 6.3-2。

表 6.3-1 管道工程占地一览表(hm²)

序号	占地性质	占地类型	占地面积	小计
1	永久占地	场站	16.52	19.36
		阀室	2.84	
2		三桩	0.54	
3	临时占地	管道施工作业	504.03	779.46
4		施工便道	275.43	
合计				798.82

表 6.3-2 管道工程占地一览表(hm²)

行政区		类型	水田	水浇地	旱地	果园	其它园地	乔木林地	竹林地	灌木林地	其它林地	天然牧草地	农村宅基地	铁路用地	公路用地	河流水面	水库水面	坑塘水面	合计
四川省	威远县	作业带	47.44	0.18				12.17		0.17			0.23		0.26	0.25		0.50	61.20
		施工便道	1.30		0.3		0.2			0.30	0.6								2.70
		站场			4.4														4.40
		阀室			0.33														0.33
	内江市中区	临时占地	32.65		0.88		1.06	20.75		0.01			0.22	0.03	0.22	0.40			56.23
		施工便道	0.98				0.12			0.88									1.98
		阀室			0.21`														0.00
	内江市东兴区	作业带	71.55		70.58	0.25		37.07	2.60	1.17		0.15	0.78	0.04	0.51	0.45	0.57	0.51	186.23
		施工便道			5.18					3.20	0.8								9.18
		站场			1.71														1.71
		阀室			0.22														0.22
	安岳县	作业带	40.89		1.36			16.05		1.20			0.13		0.13				59.77
		施工便道			0.80		0.3			1.30									2.40
		阀室								0.50									0.50
	隆昌市	作业带	47.11		21.82			18.36		1.08			0.26	0.02	0.26	0.06			88.96
		施工便道	0.80		2.90					0.30									4.00
		阀室						0.16	0.20										0.36
	泸县	作业带	46.42		6.25		2.37	1.78					0.16	0.03	0.16	0.41			57.58
		施工便道	0.50		0.20		0.30			0.6	0.8								2.40
		站场	2.54		3.06														5.60
		阀室						0.20			0.4								0.60
	小计	临时占地	289.65	0.18	110.27	0.25	4.35	106.17	2.60	10.21	2.20	0.15	1.79	0.12	1.55	1.57	0.57	1.01	532.62
		永久占地	2.54	0.00	9.72	0.00	0.00	0.36	0.20	0.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.72

续表 6.3-2 管道工程占地一览表(hm^2)

行政区		类型	水田	水浇地	旱地	果园	其它园地	乔木林地	竹林地	灌木林地	其它林地	天然牧草地	农村宅基地	铁路用地	公路用地	河流水面	水库水面	坑塘水面	合计
重庆市	大足区	作业带	19.06		13.34			22.98		3.08			0.03		0.03	0.30			58.82
		施工便道	1.06		0.50					1.10	0.4								3.06
		阀室			0.25														0.25
	潼南区	作业带	21.51		4.41			5.66	0.89	4.02	1.38		0.21		0.21	0.04			38.32
		施工便道			0.34		0.66			0.74									1.74
	铜梁区	作业带	95.53	2.72	6.19		2.93	19.36	7.70	3.66	0.15	0.34	0.25		0.25	0.31			139.37
		施工便道			1.02		0.4	0.6		3.5									5.52
		站场						4.81											4.81
		阀室			0.39					0.19									0.58
	小计	临时占地	137.15	2.72	25.80		3.99	48.60	8.58	16.10	1.93	0.34	0.49		0.49	0.65			246.84
		永久占地			0.64			4.81		0.19									5.64
总计		临时占地	426.80	2.90	136.07	0.25	8.33	154.77	11.18	26.31	4.13	0.49	2.27	0.12	2.03	2.22	0.57	1.01	779.46
		永久占地	2.54		10.36			5.17	0.20	0.69	0.40								19.36
		合计	429.34	2.90	146.43	0.25	8.33	159.94	11.38	27.00	4.53	0.49	2.27	0.12	2.03	2.22	0.57	1.01	798.82
		比例(%)	72.45			1.07		25.39				0.06	0.28	0.27		0.48			100

6.2.1.2 不同占地性质的影响分析

1） 永久占地影响分析

为永久占地主要站场、阀室占地，占地类型以耕地和林地为主，新建站场和阀室均未占用永久基本农田和其它生态敏感区。

永久占用土地自施工期就已开始，并在整个运行期内一直持续，对土地利用的影响是永久性的、不可逆的。但这部分占地面积很小，且没有占用永久基本农田，对当地的土地利用影响相对而言比较小。永久占地建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观会彻底改变，在施工结束后进行绿化，对周边景观造成影响有限。

2） 临时占地影响分析

从工程占用土地比例来看，占地类型主要是施工期间的临时占地。随着施工结束和生态恢复措施的实施，临时基本都可以恢复原貌。

(1) 管道施工占地

本工程管道施工临时占用基本农田 509.19hm^2，占用国家和省级公益林 33.4hm^2，其中四川省 7.98hm^2，重庆市 25.42hm^2。占用国家二级公益林 5.8hm^2，省级公益林 27.6hm^2，具体情况见表 6.2-3。

表 6.2-3 项目占用公益林统计表

县	地(市区)	县(市区)	小计	国家级二级	省级
四川省	泸州市	泸县	0.03	-	0.03
		泸州市	0.03	-	0.03
	内江市	东兴区	0.86	0.72	0.14
		隆昌市	1.46	1.46	
		内江市	2.32	2.18	0.14
	资阳市	安岳县	1.64	0.72	0.92
		资阳市	1.64	0.72	0.92
	小计		7.98	5.8	2.18
重庆市	大足区		16.84	-	16.84
	铜梁区		3.08	-	3.08
	潼南区		5.50	-	5.50
	小计		25.42	-	25.42
总计			33.4	5.8	27.60

本工程大部分临时占地是在管道开挖埋设施工过程中，施工完毕后该地段土地利用大部分可恢复为未利用状态。由于管道沿线两侧各5m不能再种植深根植物，一般情况下可以种植根系不发达的草本植物。工程临时占用耕地、草地、交通用地等用地类型，均可恢复原状，对土地利用性质影响不大。管线沿线分布的林地资源为公益林和商品林，在施工期间将导致一定数量的林地被破坏虽然在此期间不会造成严重的水土流失，但从景观上可能会形成较为明显的廊道。

(2) 施工便道

本工程新建施工便道275.43hm^2，均为临时性占地，在施工结束后恢复其原来的用地性质，不会对区域土地利用产生较大影响。施工期，施工范围内的农作物将被清除铲掉，施工便道需压实；施工结束后，采取生态恢复措施，影响将逐渐减小或消失。施工期施工便道对沿线生态环境的影响主要有：

——临时占地将破坏地表原有植被作物，对农作物而言将减少收成；

——施工过程中车辆碾压使占地范围内的土壤紧实度增加，对土地复耕后作物根系发育和生长不利；

——河流穿越段施工便道的修建，将破坏河堤或堤外灌草植被。植被破坏后在短期内难以恢复，施工结束后应对河堤等重要地段实施必要的人工植被恢复抚育措施。

6.2.2 工程期对生态系统的影响分析

6.2.2.1 对植物生物量的影响分析

本工程将扰动、占用耕地578.67hm^2、林地211.44hm^2、草地0.49hm^2，其中永久占用耕地12.9hm^2、林地6.46hm^2。

除站场、阀室等永久占地外，其余占地在采取一定措施后均可以恢复。由于管道两侧5m范围内禁止种植深根植物，因此管线所经过的林地需改种农作物或草本植物。

经计算，评价范围内工程扰动植被的生物量变化情况见表6.2-3。

由表6.2-3可以看出，工程建设后，生物量总计将减少27156.22t，占施工前评价范围总生物量的3.89 %。因此，工程对自然体系生产能力影响较小，评价范围自然体系基本可以恢复稳定状态。

表 6.2-3　本工程占地生物量减少情况

行政区	土地类型	评价面积 (hm²)	扰动占用土地面积 (hm²)	施工前生物量 (t)	施工后生物量 (t)	生物量减少 (t)	减少比例 (%)
四川	耕地	6638.84	412.36	39833.02	37358.86	2474.16	6.21
	草地	7.81	0.15	113.92	111.73	2.19	1.92
	林地	3531.32	127.24	395436.77	381188.43	14248.34	3.60
	小计	10177.96	539.75	435383.71	418659.03	16724.68	3.84
重庆	耕地	2395.98	166.31	14375.85	13377.99	997.86	6.94
	草地	8.68	0.34	126.64	121.68	4.96	3.92
	林地	2222.10	84.20	248830.31	239401.59	9428.72	3.79
	小计	4626.75	250.85	263332.80	252901.27	10431.54	3.96
合计		14804.71	790.60	698716.51	671560.29	27156.22	3.89

6.2.2.2　生态系统完整性影响分析

本工程是以非污染生态影响为主的一项建设工程，项目主要特点是影响呈带状分布，对生态的影响主要集中在施工期。此外，施工期是分段进行，且管道建设为埋地敷设。因此，工程对每段的影响时间较短，并且对生态系统结构和功能的负面影响是可逆的。本工程不存在对生态系统阻隔作用，不会破坏生物多样性以及生态系统的完整性。随着施工期的结束，评价范围内生态系统是可以逐渐恢复的。

根据现状调查及相关资料，工程建设不会导致物种数量锐减，不会影响其生态系统的稳定性和完整性。一方面，从植物种类来看，在施工期作业场地被破坏或影响的植物均为广布种和常见种，且分布也较均匀。另一方面，评价范围内野生动物种类多为一些常见的鸟类、啮齿类，特别是适应农耕环境的动物群，对现有野生生物的栖息及迁徙不会造成很大影响。施工期加强对施工人员的培训管理，通过划定活动范围、严禁捕猎野生动物等措施，项目的建设对区域内生物多样性的影响较小。

6.2.3　工程对植被影响预测与分析

1)　工程占地对植被的影响分析

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。以管沟为中心两侧2.5m 的范围内，植被将遭到严重破坏，原有植被成分基本消失，植物的根

系也受到彻底破坏；在管沟 2.5m～5m 的范围内，由于挖掘施工中各种机械、车辆和人员活动的碾压、践踏以及挖出土的堆放，造成植被的破坏较为严重；管沟两侧 5m～7m 的范围内，由于机械、车辆和人员活动较少，对植被的破坏程度相对较轻。

管线沿线分布的林地资源为人工林和自然植被，在施工期间将导致一定数量的人工林被破坏。虽然在此期间不会造成严重的水土流失，但从景观上可能会在短期内形成较为明显的廊道。从破坏的人工林分布现状来看，呈不连续状分布，总斑块数和平均面积相对都不大，因此管线穿越每个斑块所形成的带状廊道对该区域人工林地生态系统不会产生明显影响，范围也仅限于施工区。

施工期间由于开挖填埋、机械碾压及人员践踏影响，将使管道周围作业带范围内的农田植被遭受破坏。管道沿线的站场、截断阀室(阴极保护桩)、转角桩、标志桩、警示牌等永久占地对植被破坏是不可逆的。工程施工将占用耕地、林地、草地等土地，工程扰动总面积 790.60hm^2，其中可恢复面积为 695.73hm^2, 可恢复耕地面积 565.77hm^2, 可恢复林地原状面积 129.47hm^2，将林地恢复为草地面积 75.51hm^2，草地可恢复面积 0.49hm^2，施工期植被破坏及修复情况见表 6.2-4。

由于管道作业带 5m 范围内森林植被恢复为草本植被，导致区域森林生态生态效益减少，但草本植被恢复，其边际效应会导生物多样性进一步增加，从而低消部分工程建设减少的生态效益，总体上，只要严格恢复植被，保证作业区不产生水土流失，工程造成的生态效益损失是可接受的。

表 6.2-4 施工期植被破坏及恢复程度预测表(hm^2)

行政区	原有植被类型	施工期破坏面积(hm^2)	永久占地面积(hm^2)	可恢复原状的面积(hm^2)	可改种浅根植物面积(hm^2)	备注
四川	耕地	412.36	12.26	400.10	-	临时占地基本可以恢复
	草地	0.15	0.00	0.15	-	临时占地基本可以全部恢复
	林地	127.24	1.46	80.34	45.44	管道两侧各 5m 内限制深根植物
	合计	539.75	13.72	480.59	45.44	

续表 6.2-4 施工期植被破坏及恢复程度预测表(hm²)

行政区	原有植被类型	施工期破坏面积(hm²)	永久占地面积（hm²）	可恢复原状的面积(hm²)	可改种浅根植物面积(hm²)	备注
重庆	耕地	166.31	0.64	165.67	-	临时占地基本可以恢复
	草地	0.34	0.00	0.34	-	临时占地基本可以全部恢复
	林地	84.20	5.00	49.13	30.07	管道两侧各 5m 内限制深根植物
	合计	250.85	5.64	215.14	30.07	
总计		790.60	19.36	695.73	75.51	

2） 施工期污染物对植被的影响

根据工程分析，施工期间的污染主要来自于扬尘，各种机械、车辆排放的废气，以及施工过程中排放的生产和生活污水，还有生产和生活垃圾等固体废物。

管道建设中的扬尘是影响植被生长的主要因素之一。工程所在区域潮湿、多雨，而且管道工程建设过程施工时间短、施工点分散，因此在正常情况下扬尘浓度低，持续时间短，对植被的影响不大。

管道工程施工的整个作业期间都有生活污水产生，但由于集中处理且不建施工营地，因此不会产生不良影响。

在管道工程中，管道防腐不可避免地要有一些防腐材料散落在环境中，对土壤和植被产生一定的影响；施工废物和塑料袋、矿泉水瓶等生活垃圾胡乱丢弃会造成白色污染而影响土壤；需要加强施工过程管理和对施工人员的环保宣传与教育，减少对环境的影响。

6.2.4 对野生动物影响分析

施工方式主要包括大开挖、定向钻和钻爆隧道。其中，定向钻河钻爆施工仅在施工入口和出口会对临时占地附近的动物产生短期的驱离影响，两类工程的穿越区域由于不涉及地表工程，并不会产生生境的分隔，不影响动物的生存和扩散等。因此，仅大开挖施工会在一定范围内对野生动物的栖息生境产生分割，导致其扩散和行动受阻。鉴于评价范围内两栖类、

爬行类和哺乳类具有季节性活动差异，冬季开挖施工对上述动物的影响很小，影响主要集中在春季繁殖季节和夏、秋生长扩散季节。以下针对不同动物类群分别予以分析。

1） 对两栖类物种的影响

两栖动物主要生活在沿线的农田、河岸生境中，繁殖季节会集中在水塘繁殖，繁殖后则分散栖息，大多昼伏夜出。由于管线附近两栖动物多斑块化分布在水塘附近，且仅在小范围内活动，较少做长距离迁徙，若沿着已经对其生境产生分割的道路，或者非两栖动物栖息生境的林区开挖，将不会对两栖类产生影响。当在两栖类集中栖息或繁殖的农田、水塘附近施工时，在管沟开挖、铺设管道等施工期间会对周围两栖动物产生驱赶作用，繁殖期可能还会因为栖息地的割裂而影响繁殖，且管沟回填的时间越长，对其产生的阻隔作用越久。因此，建议分段短期施工，科学合理安排施工进度，避免在两栖类繁殖期进行大范围开挖，施工后及时回填恢复生境，以有效降低施工对两栖类的影响。

2） 对爬行类物种的影响

爬行动物主要生活在评价范围树林、灌丛、河岸边等地，相对于两栖动物其活动能力较强，通常无季节性迁徙行为。在管沟开挖、铺设管道等施工期间的机械噪音和人为干扰会对施工区域内的爬行动物产生驱赶作用。由于爬行类普遍存在领域行为，年扩散距离有限，开挖形成的带状隔离带对其扩散影响较小。但工程的驱赶作用会使施工区附近的爬行动物种群密度在短时间内增加，导致种内、种间竞争压力增加，对其生存产生一定影响。因此，建议分段短期施工，科学合理安排施工进度，施工后及时回填恢复生境，以有效降低施工对爬行类的影响。

3） 对哺乳类物种的影响

管线施工区域内的哺乳动物主要为啮齿类、黄鼬、草兔和刺猬，由于啮齿类主要分布在居民区和农田，且适应能力和抗干扰能力较强，大开挖不会影响其生存。施工主要对工程区附近的黄鼬、草兔和刺猬产生不利影响，包括施工中机械噪音和人为活动，以及管沟开挖产生的阻隔效应。由于上述动物的活动能力较强，工程干扰对其生存的影响相较于两栖、爬行动物较小，但大范围开挖产生的生境分割会影响上述动物在不同生境间的

转移。因此，建议分段短期施工，若工期较长时应每隔一定距离临时铺设木板充当临时通道连接两侧，施工后及时回填恢复生境，以有效降低施工对哺乳类的影响。

4） 对鸟类物种的影响

在管道沿线活动的鸟类多以适应农田生境的常见鸟类为主。管道施工过程中，将会在一定程度上破坏他们栖息的生境，但由于鸟类的迁移能力较强，它们在受到干扰后，能迁移到周边相对较好的生境。因此，管道的施工对其影响较小。

5） 对水生生物的影响

定向钻和顶管施工对水体没有扰动，因此基本不会对水生生物造成影响；大开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，破坏部分水生植被、影响水生生物的生存环境等；施工人员生活垃圾、施工垃圾等处理不当会对水体产生污染，破坏浮游生物的生长环境；水质污染、饵料生物量的减少等生境条件遭到破坏，将会对鱼类的种群结构和数量产生一定影响使之趋于较少，如果在丰水期施工还将对鱼类产卵产生一定影响。

6） 对保护物种影响分析

工程建设对受保护的野生动物的影响主要表现为栖息地短暂丧失、人类干扰加重和对动物通道的阻隔，特别是对两栖类、鱼类等高度依赖水环境的物种影响。

（1） 三有动物：工程评价范围内分布的国家三有物种较多，由于鸟类的活动能力较强，栖息地范围较大，工程施工产生的噪音等干扰虽然会对其产生一定的驱赶影响，但工程是线状的，不存在集中占用某种植被类型的现象，因此工程施工对鸟类主要栖息地的影响较小。国家三有动物中的两栖类主要分布在河边、水塘边及其他近水域的地方，偶尔在附近农田、草地觅食。工程占用湿地的面积较小，并不影响两栖类的栖息，但施工占用一定面积的农田，可能对其觅食产生一定影响。国家三有动物爬行动物中蓝尾石龙子、铜蜓蜥和北草蜥主要分布在低山山林及山间道旁的石块下，多集中分布在工程沿线的山区、森林公园等林区。工程施工为线性分布，且评价范围主要生境以农田和居民点附近的竹林、人工林为主，工程施工不占用上述物种的主要栖息地。赤链蛇、玉斑锦蛇、黑眉锦蛇多出没于水

边生境，工程占用湿地面积较小，施工不会影响其主要栖息地；翠青蛇多活动在耕作区的地面或树上，或隐居于石下，受到惊吓会迅速躲避逃跑，管线施工可能会对其产生一定的驱赶作用，但不会影响其栖息活动。

(2) 地方重点保护动物:地方保护野生动物在工程所在区域分布广泛，工程对其及栖息环境影响有限。黄鼬栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中，居于石洞、树洞或倒木下，在农村的田野耕地中很常见。工程施工占用一定面积的林地、旱地，但绝大多数为临时占地，且占地较为零散，不存在集中占用大面积旱地或林地的情况，故工程对黄鼬的主要栖息生境影响较小，对其觅食会有一定影响。

小鸊鷉、中白鹭、普通鸬鹚、黄苇鳽等均为水鸟，主要栖息在池塘、河流等地，中白鹭和黄苇鳽也常在沼泽和水稻田中活动。工程施工共占用河流、水库和坑塘 3.8 公顷，均为临时占用，故工程施工并不影响上述水鸟的主要栖息地。但工程占用较大面积的水田，因此施工可能对中白鹭和黄苇鳽的觅食产生一定影响。

王锦蛇、玉斑锦蛇和黑眉锦蛇主要栖息在山地、平原及丘陵地带，活动于河边、水塘边、草地及其他近水域的地方，以啮齿类、小鸟及两栖类为食。由于工程施工共占用河流、水库和坑塘的面积较小，故工程施工并不影响上述爬行类的主要栖息地。

6.2.5 对土壤环境的影响分析

本工程建设对土壤的影响主要是施工期管线作业带、施工场地对土壤的占压和扰动破坏。

在施工期，施工人员的踩踏和施工设备的占压，其土壤影响面积和程度均较小。由土地占用情况可知，主要为临时占地，在工程结束后 2 年～3 年可恢复其原有使用功能。但因重型施工机械的碾压、施工人员的践踏、土体的扰动等原因，施工沿线的草地或耕地土壤理化性质、肥力水平受到一定的影响，并进一步影响地表植被恢复，这种影响预计持续 2 年～3 年。随着时间的推移逐渐消失，最终使植物生产力恢复到原来水平。

具体表现如下：

1) 扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构

土壤结构是经过较长的历史时期形成的，管沟开挖和回填必将破坏土

壤的结构，农田和草地表层土是保证农业生产和草地生产力的基础，深度一般在 15cm～25cm，是植物根系生长和发达的层次。管道开挖必定扰乱和破坏土壤的表土层，除管道开挖的部分受到直接破坏外，开挖土堆放两边占用农田、草地，也会破表土、耕作土。此外，土层的混合和扰动，同样会改变原有表层土的性质。因此在整个施工过程中，对土壤表层的影响最为严重。

2） 混合土壤层次、改变土壤质地

土壤质地因地形和土壤形成条件的不同而有较大差异，即使同一土壤剖面，表层土壤质地与底层的也截然不同。管道的开挖和回填，必定混合原有的土壤层次，降低土壤的蓄水保肥能力，从而影响土壤的发育，植被的恢复；在农田区将降低土壤的耕作性能，影响农作物的生长，最终导致农作物产量的下降。

3） 影响土壤养分

土体构型是土壤剖面中各种土层的组合情况。不同土层的特征及理化性质差异较大。就养分而言，表土层远较心土层好，其有机、全氮、速效磷、钾等含量高，紧实度、孔隙状况适中，适耕性强。施工对原有土体构型势必扰动，使土壤养分状况受到影响，严重者使土壤性质恶化，并波及其上生长的植被，最后导致土地生物生产量的下降，甚至难以恢复。

根据有关资料统计，管道工程对土壤养分的影响与土壤的理化性状密切相关。在实行分层堆放，分层覆土的措施下，土壤中有机质将下降 30%～40%，土壤养分将下降 30%～50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。这表明即使在管道施工过程中实行分层堆放和分层覆土等保护措施，管道工程对土壤养分仍有明显的影响，若不实行分层堆放、分层回填，则土壤养分流失量更大。事实上，在管道施工过程中，难以严格保证对表土实行分层堆放和分层覆土，因而管道施工对土壤养分的影响更为明显，最后导致土地生物生产量的下降。

工程沿线占用草地较多，为使对土壤养分影响尽可能降低，严格按照表土分层堆放、分层覆土回填的原则实施。

4） 影响土壤紧实度

管道铺设后的回填，一般难以恢复原有的土壤紧实度，施工中机械碾

压，人员践踏等都会影响土壤的紧实度。土层过松，易引起水土流失，土体过紧，又会影响植被生长。

5) 土壤污染

施工过程中将产生施工垃圾、生活垃圾以及焊渣、废弃外涂层涂料等废物。这些固体垃圾可能含有难于分解的物质，如不妥善管理，回填入土，将影响土壤质量。若在农田中，将影响土壤耕作和农作物生长。另外施工过程中，各种机器设备的燃油滴漏也可能对沿线土壤造成一定的影响。

随着施工结束，通过采取一定的措施，土壤质量将逐渐得到恢复。管道正常运行期间对土壤的影响较小，主要是清管排放的残渣、污水，可能对土壤造成一定的影响。因此，在清管时只要做好回收工作，就可将其对土壤环境的影响降至最低程度。

6) 对土壤中生物的影响

由于上述土壤理化性质和土体构型的改变，使土壤中的微生物、原生动物及其它节肢动物、环节动物、软体动物的栖息环境改变，但施工带影响宽度最大为28m，所以土壤生物的生态平衡很快会恢复。

综上所述，管线的建设将不同程度地破坏区域土壤结构，扰乱地表土壤层，降低土壤养分含量，从而影响植物生长。此外，施工中机械碾压、人员践踏、土体翻出堆放地表等，也会造成一定区域内的土壤板结，使土壤生产能力降低。管道施工回填后剩余的土方造成土壤松散，易引起水土流失。对土壤的影响最终将表现为对植被生长的影响，但通过采取一定的措施，土壤质量将会逐渐得到恢复。

6.2.5 运行期生态环境的影响分析

6.2.5.1 对植被的影响分析

运行期管道所经地区处于正常状态，地表植被、农作物生长逐渐恢复正常。按照生态学理论，管道沿线的植被破坏具有暂时性，一般施工完而终止。管道为地下铺设，正常输气过程中，管道对地表植被无不良影响。

6.2.5.2 对野生动植物的影响分析

与施工期相比，运营期间对野生动植物的影响较小。管道工程完工后，随着植被的恢复、施工影响的消失，动物的生存环境得以复原，部分暂时离开的动物将回到原来的栖息地，由管道施工造成的对动物活动的影响逐

渐消失。由于站场产生的噪声较小，且距周围野生动物栖息地较远，因此，不会对野生动物的活动产生影响。

6.2.5.3　站场工程生态环境影响分析

在运营期间，各站场产生的固体废物除生活垃圾外，在检修(除尘)、作业时会有一定量废渣产生。这些废渣量极少，主要成份为粉尘和少量凝析物，应集中运离站场到指定的地点填埋处置。建设期结束之后，随着站场周围地区的绿化、植被的重建与恢复，原有生态环境的破坏能够得到补偿，从而进一步维护区域的生物多样性。

总体来看，站场在运行期间不会对生态环境产生明显影响。

6.2.4　小结

根据现状调查结果，结合工程施工特点，本报告认为工程对生态环境的影响主要集中在施工期，运行期基本不会对环境产生明显影响。施工期的影响主要体现在永久或临时占地工程对管道沿线土地利用类型和植被的影响，特别是施工活动会使开挖范围原有植被遭到局部破坏，造成施工期农作物的减产；施工活动及产生的噪音对栖息在附近的动物产生驱离作用，导致动物短时间内迁离原生境；施工基本不会影响附近动物的生存，但可能直接破坏迁徙能力弱的动物的栖息生境；开挖穿越河流会导致短期内水质下降，影响鱼类生存。

7　环境空气影响评价

根据工程建设和运行特点，可将本工程对环境空气的影响分为施工期和运行期两个阶段。施工期，管沟开挖、站场建设及施工便道的建设产生的扬尘，管道焊接产生的烟尘，施工机械、车辆产生的废气会对施工场地周围的环境空气造成一定的影响；运行期，主要是各工艺站场排放的废气对周围环境空气的影响。

7.1　环境空气质量现状调查

为了解沿线环境空气现状，本次评价重点对站场所在区域的环境空气质量进行了现状调查。并对沿线部分站场所在区域的环境空气质量现状进行了监测。

7.1.1　环境空气质量现状调查

本次评价选择 2020 年作为评价基准年。

7.1.1.1　项目所在区域达标性判定

本工程线路经过四川、重庆两个省市，经过泸州市、内江市、资阳市和重庆市。

沿线各市环境空气质量描述如下，达标判定情况见表 7.1-1。综合判定，本工程所在区域为不达标区。

1)　内江市

内江市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 8ug/m^3、24ug/m^3、46ug/m^3、32ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.1mg/m^3，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 160ug/m^3；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

2)　资阳市

资阳市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 7ug/m^3、22ug/m^3、55ug/m^3、33ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1mg/m^3，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 158ug/m^3；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

3)　重庆市

重庆市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 10ug/m^3、29ug/m^3、

48ug/m³、31ug/m³；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1mg/m³，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 144ug/m³；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

4) 泸州市

泸州市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 10ug/m³、24ug/m³、60ug/m³、41ug/m³；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 0.9mg/m³，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 152ug/m³；超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值的污染物为 $PM_{2.5}$。

表 7.1-1 管道沿线区域空气质量现状评价表

序号	管道途经地级市	污染物名称	SO_2	NO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	O_3
		评价标准μg/m³	60	40	70	35	4	160
1	内江市	现状浓度(μg/m³)	8	24	46	32	1.1	160
		占标率	13.3%	60.0%	65.7%	91.4%	27.5%	100.0%
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
2	资阳市	现状浓度(μg/m³)	7	22	55	33	1	158
		占标率	11.7%	55.0%	78.6%	94.3%	25.0%	98.8%
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
3	重庆市	现状浓度(μg/m³)	10	29	48	31	1	144
		占标率	16.7%	72.5%	68.6%	88.6%	25.0%	90.0%
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
4	泸州市	现状浓度(μg/m³)	10	24	60	41	0.9	152
		占标率	16.7%	60.0%	85.7%	117.1%	22.5%	95.0%
		达标情况	达标	达标	达标	不达标	达标	达标

注：1，表中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$评价指标为年均浓度，CO 评价指标为 24h 平均第 95 百分位数，O_3评价指标为日最大 8h 滑动平均值的第 90 百分位数；

2，表中 CO 浓度单位为 mg/m³。

7.1.1.2 基本污染物环境空气质量现状评价

1) 基本污染物监测数据来源

本次基本污染物环境空气质量现状评价收集了管道沿线区域评价基准年 2020 年连续 1 年的监测数据。各监测站位置信息见表 7.1-2。

表 7.1-2 各监测站基本情况表

序号	省份	站点信息						
		名称	编号	类型	经纬度		近距离站场	与站场距(km)
1	四川	东兴区政府	511000408	城市点	105.0717	29.5947	内江注入站	14
2	四川	九狮山	510500050	区域点	105.4306	28.9583	泸县首站	80

表 7.1-3　管道沿线区域空气质量现状评价表

序号	站场名称	污染物名称	SO_2		NO_2		PM_{10}		$PM_{2.5}$		CO	O_3
		评价标准	24h 平均	年平均	24h 平均	年平均	24h 平均	年平均	24h 平均	年平均	24h 平均	日最大 8h 滑动平均值
			150	60	80	40	150	70	75	35	4	160
1	内江注入站	现状浓度	16	8	50	18	109	47	83	37	1	146
		占标率%	10.67	13.33	62.5	45	72.67	67.14	110.67	105.71	25	91.25
		超标频率%	0	/	0	/	0.82	/	7.78	/	0	7.54
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标	达标	达标
2	泸县首站	现状浓度	13	8	34	17	94	47	84	37	0.9	134
		占标率%	8.67	13.33	42.5	42.5	62.67	67.14	112	105.71	22.5	83.75
		超标频率%	0	/	0	/	0	/	8.66	/	0	4.01
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标	达标	达标

注：表中 CO 浓度单位为 mg/m^3，其他污染物浓度单位为 $\mu g/m^3$。

2） 基本污染物环境空气质量现状评价

根据《环境空气质量评价技术规范(试行)》(HJ 663-2013)，本工程项目基本污染物环境空气质量现状评价结果见表 7.1-3。

根据表 7.1-3 可知，内江注入站与泸县首站所在区域的环境空气质量均不能满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准。超标项目均为 $PM_{2.5}$ 年平均浓度。

7.1.2 环境空气质量现状补充监测

7.1.2.1 监测项目、监测时间及频率

本次评价委托监测单位对管道沿线站场进行了现状监测，监测项目为本工程特征污染物“非甲烷总烃”，测其一次值，监测频次均为每日 02、08、14、20 时采样四次。监测时间具体见表 7.1-5。

7.1.2.2 监测分析方法

本次环境空气监测分析方法见表 7.1-4。

表 7.1-4 监测分析方法

分析项目	分析方法	方法依据	检出限
非甲烷总烃	气相色谱法	HJ 604-2017 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	0.07mg/m³

7.1.2.3 监测点位设置

本次监测对管道沿线的各站场布置了监测点，监测点位设置情况具体见表 7.1-5。

表 7.1-5 各站场监测点位设置情况

序号	监测点位置	经纬度	采样时间
1	泸县首站东侧约 10m1#	29° 8′ 11″ N； 105° 18′ 47″ E	2021 年 12 月 24 日--31 日
2	内江注入站西侧约 5m2#	29° 40′ 11″ N； 105° 15′ 50″ E	2021 年 12 月 24 日--31 日
3	威远首站南侧约 20m3#	29° 28′ 14″ N； 104° 39′ 54″ E	2021 年 12 月 24 日--31 日
4	铜梁压气站西北侧约 50m4#	29° 54′ 53″ N； 106° 0′ 54″ E	2021 年 12 月 17 日--24 日

7.1.2.4 监测结果统计及分析

各站场环境空气质量监测结果见表 7.1-6。

由表 7.1-6 可见：拟建管道沿线站场所在区域环境空气当中的非甲烷总烃浓度整体较低，最大浓度不超过 0.70mg/m³，满足《大气污染物综合排

放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准 2.0mg/m³的限值。

表 7.1-6　沿线站场区域非甲烷总烃监测结果(mg/m³)

序号	监测点位置	经纬度	采样时间	非甲烷总烃监测值
1	泸县首站东侧约 10m1#	29°8′11″N 105°18′47″E	2021 年 12 月 24 日--31 日	0.22-0.58
2	内江注入站西侧约 5m2#	29°40′11″N 105°15′50″E	2021 年 12 月 24 日--31 日	0.27-0.63
3	威远首站南侧约 20m3#	29°28′14″N 104°39′54″E	2021 年 12 月 24 日--31 日	0.28-0.70
4	铜梁压气站西北侧约 50m4#	29°54′53″N 106°0′54″E	2021 年 12 月 17 日--24 日	0.26-0.54

7.2　施工期环境空气影响分析

施工期大气污染物主要为地面开挖、土石堆放、混凝土搅拌等施工过程和运输车辆行驶产生的扬尘(粉尘)，以及施工机械、运输车辆排放的尾气。这些污染物将对周围环境空气造成一定程度的不利影响，但这种影响是短期的，工程结束后很快就会消失。本次评价主要利用同类项目的建设经验和监测结果，类比分析本工程施工期对周围大气环境的影响。

7.2.1　施工扬尘

7.2.1.1　施工场地面源粉尘影响分析

主要来自地面建设工程的土方的开挖、堆放、回填，施工建筑材料的装卸、运输、堆放和混凝土拌合等施工过程。

通过类比调查，在一般地段，无任何防尘措施的情况下，施工现场对周围环境的污染约在 150m 范围内，TSP 最大污染浓度是对照点的 6.39 倍。而在有防尘措施(围金属板)的情况下，污染范围为 50m 以内区域，最高污染浓度是对照点的 4.04 倍,最大污染浓度较无防尘措施降低了 0.479mg/m³。类比数据参见表 7.2-1。

表 7.2-1　某施工场界下风向 TSP 浓度实测值(mg/m³)

防尘措施	工地下风向距离(m)						工地上风向(对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.270	0.210	0.204
围金属板	0.824	0.426	0.235	0.221	0.215	0.206	

在各站场及管道沿线距离村庄较近的地段施工时，要采取洒水、围挡等降尘措施，尽量减轻施工扬尘对周围环境的影响。

7.2.1.2　运输车辆粉尘影响分析

施工阶段汽车运输过程中，会产生扬尘污染。扬尘量、粒径大小等与多种因素有关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量、天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快、影响范围主要集中在运输道路两侧，对路边 30m 范围以内的影响较大，而且成线形污染，路边的 TSP 浓度可达 $10mg/m^3$，随着距离的增加浓度逐渐减小。本工程与敏感保护目标的距离均在 30m 以上，故汽车运输扬尘对周边的环境空气影响程度和范围较小，影响时间也较短。本项目汽车经过的道路定时撒水抑尘，在车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施条件下，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

7.2.2　施工废气

施工废气主要来自施工机械驱动设备排放的废气、焊接工序产生的焊接烟尘和运输车辆尾气。

施工期机械废气主要机械设备所产生的尾气，如钻机和顶管设备等。尾气中的污染物主要有 CO、NMHC 及 NO_x，会对下风向和运输沿线区域产生不利影响。管道工程一般分段施工，施工机械及车辆排放的废气较分散，排放量相对较少，时间较短，对区域环境空气影响较小。

管道焊接过程会产生焊接烟尘，焊接烟尘中主要含有 MnO_2、Fe_2O_3、SiO_2 等污染因子。焊接工序随管道敷设分段进行，焊接烟尘属于流动源且间歇式排放，对周围环境影响较小。

根据类比，施工废气污染物影响距离为施工场所下风向 100m 左右。

7.3　运行期环境空气影响分析

根据工程分析，拟建工程运行期正常工况下各站场排放的大气污染物主要为无组织排放的非甲烷总烃，以及清管作业、分离器检修以及超压放空等非正常工况下通过放空立管放空的少量天然气。

7.3.1　分析因子

本次评价将站场无组织排放的非甲烷总烃作为分析因子，分析非甲烷

总烃对站场周围环境空气的影响。

7.3.2 污染物源强

根据工程分析，各站场无组织排放源强情况具体见表 7.3-1。

表 7.3-1 无组织排放预测源强

污染源	站场规格		面源有效排放高度(m)	年排放小时数(h)	排放工况	NMHC 排放速率(kg/a)	污染源类型
	站场形状	站场面积(m^2)					
威远首站	68m*238m+86m*170m	30804	2	8400	连续	1.23	面源
泸县首站	269m*178m	47882	2	8400	连续	1.33	面源
内江注入站	48m*90m	4320	2	8400	连续	0.17	面源
铜梁压气站	185m*144m+94m*148m	40552	2	8400	连续	1.38	面源

7.3.3 估算模式

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)推荐的估算模式进行估算。

7.3.4 估算结果及分析

根据估算模式计算结果，本工程各站场中，威远首站无组织排放的非甲烷总烃对周围环境空气的影响最大。该站场无组织排放的非甲烷总烃在下风向不同距离处的浓度分布见表 7.3-2。

表 7.3-2 威远首站无组织排放的非甲烷总烃估算浓度分布

离源距离(m)	估算结果		离源距离(m)	估算结果	
	估算值 $10^{-3}mg/m^3$	占标率%		估算值 $10^{-3}mg/m^3$	占标率%
10	0.1551	0.01	1000	0.1537	0.01
50	0.1995	0.01	1100	0.1438	0.01
100	0.2567	0.01	1200	0.1347	0.01
150	0.3016	0.02	1300	0.1263	0.01
185	0.3084	0.02	1400	0.1187	0.01
200	0.3075	0.02	1500	0.1117	0.01
250	0.2971	0.01	1600	0.1054	0.01
300	0.2811	0.01	1700	0.0995	0.00
350	0.2633	0.01	1800	0.0942	0.00
400	0.2457	0.01	1900	0.0894	0.00
450	0.2317	0.01	2000	0.0849	0.00
500	0.2232	0.01	2100	0.0808	0.00
600	0.2051	0.01	2200	0.0770	0.00
700	0.1889	0.01	2300	0.0735	0.00
800	0.1757	0.01	2400	0.0703	0.00
900	0.1643	0.01	2500	0.0672	0.00

由表 7.3-1 可见，威远首站无组织排放的非甲烷总烃最大落地浓度出现在站场下风向 185m 处，最大落地浓度为 0.3084×10^{-3}mg/m^3，最大占标率为 0.02%。

拟建项目各站场无组织排放的非甲烷总烃最大落地浓度不超过 0.3084×10^{-3}mg/m^3，最大占标率不超过 0.02%，对周围环境空气的影响均较小。

8　地表水环境影响评价

8.1　水环境质量现状调查

本工程通过的河流主要属于长江流域，干线河流大、中型穿越工程共 6 处，长度合计 3996m。其中，河流大型穿越工程 1 处，为沱江穿越，穿越长度 1244m，采用钻爆隧道方式；中型穿越工程 5 处，2 处为开挖穿越，3 处为定向钻穿越，穿越长度共计 2752m。

根据《四川省水功能区名录》和《重庆市地表水环境功能类别调整方案》，确定了新建工程穿越的主要河流(大中型穿越、水质标准III类以及上河流)统计见表 8.1-1，水系情况见表 8.1-2，水系图见图 8.1-1。

本章在全面介绍沿线水环境状况的基础上，根据已确定的环境敏感点段重点分析具有饮用水源地功能的地表水体。

表 8.1-1　本管道沿线河流大、中型穿越统计

序号	名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式	水功能区划	水质类别	备注
大型穿越							
1	沱江	四川省内江市市中区史家镇	1244	钻爆隧道	沱江内江市开发利用区/沱江内江天官堂饮用、工业、景观用水区	III	川江支流
中型穿越							
1	威远河	四川省内江市威远县新店镇	168	开挖		III	沱江支流
2	乌龙河	四川省内江市威远县东联镇	167	开挖		III	沱江-釜溪河
3	九曲河	四川省泸州市泸县嘉明镇	704	定向钻	九曲河资阳开发利用区	III	沱江-濑溪河
4	(大)清流河	四川省内江市东兴区顺河镇	806	定向钻	大清流河内江保留区	III	沱江支流
5	小安溪	重庆市铜梁区二坪镇	907	定向钻	渔业用水	III	川江-嘉陵江-涪江

表 8.1-2　沿线水系情况表(大中型从西到东)

流域	水系	1 级支流	2 级支流	3 级支流	穿越位置	水质目标	穿越方式
长江流域	川江(长江)	沱江	威远河	-	四川省内江市威远县新店镇	III	开挖
		沱江	釜溪河	乌龙河	四川省内江市威远县东联镇	III	开挖
		沱江(大型)	-	-	四川省内江市市中区史家镇	III	钻爆隧道
		沱江	(大)清流河		四川省内江市东兴区顺河镇	III	定向钻
		沱江	濑溪河	九曲河	四川省泸州市泸县嘉明镇	III	定向钻
		嘉陵江	涪江	小安溪	重庆市铜梁区二坪镇	III	定向钻



图 8.1-1 本工程沿线水系图

8.1.1 管道沿线地表水系情况

本工程经过四川省和重庆市，线路经过区域的地表水体主要属于长江流域，川江水系。

长江流域是指长江干流和支流流经的广大区域，横跨中国东部、中部和西部三大经济区共计 19 个省、市、自治区，流域总面积 $180\times10^4km^2$，占中国国土面积的的 18.8%，流域内有丰富的自然资源。长江流域为中国主要内河航运集中地区，素有“黄金水道”之称，干、支流航道里程 $5.7\times10^4km^2$，占全国的 52.5%。

川江在四川省东部。由金沙江流至宜宾市郊汇合岷江水系后，长江东流到巫山县巫峡一段的习称，因位于四川省境内，故名川江。其主要支流左岸有沱江、嘉陵江、小江、大宁河等；右岸有綦江、乌江等。

8.1.2 本工程管道穿越的主要河流

8.1.2.1 四川省

1） 沱江

沱江，又名中江，川江支流，发源于四川盆地西北边缘的茶坪山脉九顶山，出汉旺入成都平原，于金堂汇绵远河、石亭江、湔江、卜阳河、毗河，纳岷江水系青白江，穿龙泉山入盆地丘陵区，经简阳、资阳、资中入内江县境。在境内过富溪、史家、史东、四合、东兴等乡镇后，环绕内江城区到椑木镇，转南流经联盟、中山、水晶、白马、沱江等乡镇，于大溪口入富顺县境，至泸州入长江，全长 629km，流域面积 $27900km^2$，其中在内江县沱江乡龙门镇以上流域面积 $19329km^2$，内江市境内(含内江市市中区)干流长 71.68km。沱江内江段中，有河心坝 5 个，湾沱 8 个，滩口 14 个，多年淤积而成的河沿大小坝 11 个。河底高程在 275m～300m 之间，河道纵坡平缓，天然落差 24m，平均比降 0.345%；河面宽 200m～400m 左右；河谷多成宽浅复式 U 字形河槽，河岸一般高 6m～10m 左右；常年通航 15t～50t 木船或机动船。据石盘滩水文站测，多年平均流量(1956 年～1975 年)为 $350.37m^3/s$，年径流量 $111.51\times10^8m^3$，1958 年 4 月 8 日最枯流量为 $19.2m^3/s$，1981 年 7 月 15 日最大洪水流量为 $1329.6m^3/s$。

本工程在四川省内江市市中区史家镇石桥村与东兴区富溪镇白马滩村之间，采用钻爆隧道方式穿越沱江，穿越长度 1244m，穿越处交通条件较为

便利。穿越处位于内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区准保护区。

沱江隧道位置区域属浅丘地貌和河谷地貌，两岸地势有一定起伏。河流流向呈西北至东南向，河谷呈宽缓“U”型，穿越点位于河流上下游弯道之间顺直段，穿越两岸海拔标高330m～350m，河床高程300m，水面宽约190m，两岸发育河漫滩和阶地。

沱江隧道穿越主要基岩地层为侏罗系沙溪庙组泥质粉砂岩与砂岩互层、砂岩夹薄层粉砂质泥岩，洞口段穿越土层主要为粉质黏土。

工程穿越位置及河道现状见图8.1-3和图8.1-4。

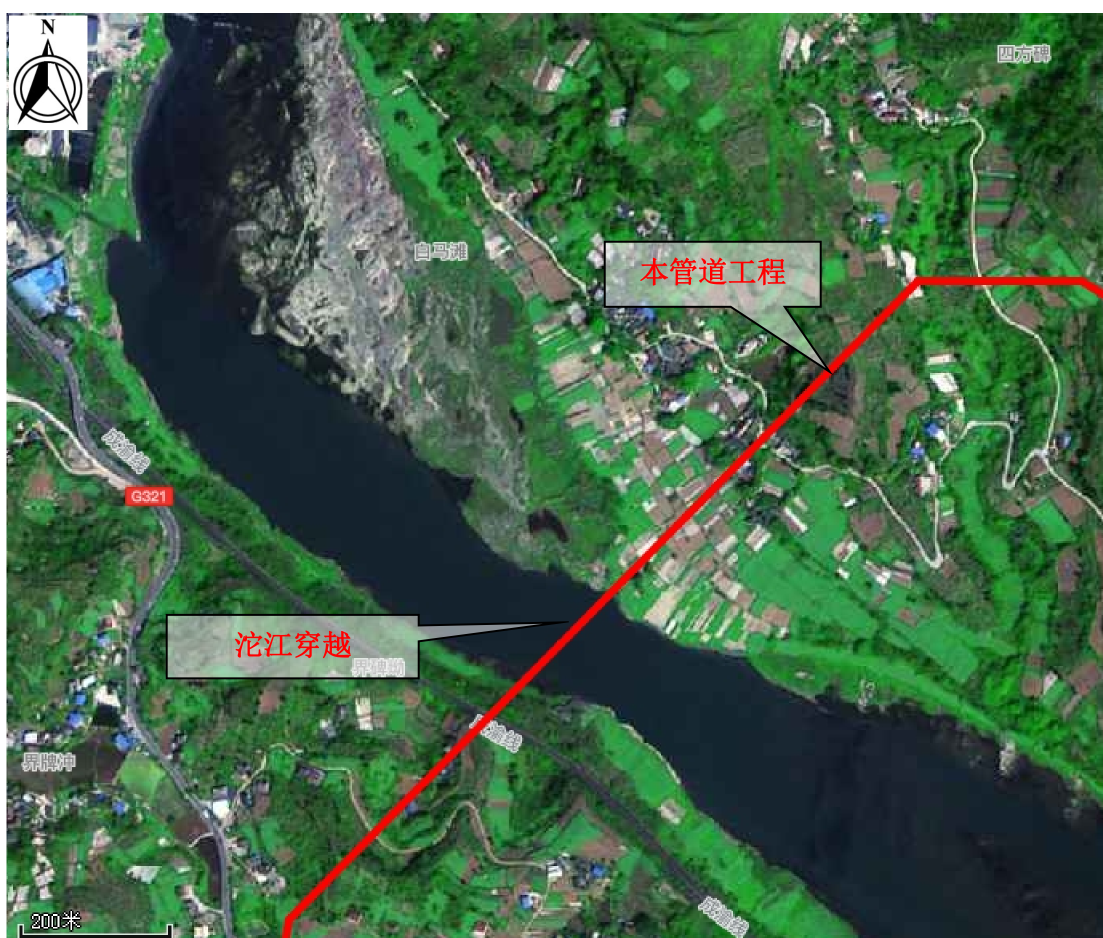


图8.1-3　沱江穿越位置示意



图 8.1-4　沱江穿越处河道现状

2)　威远河

威远河，古名清水溪，又称清溪河。为沱江一级支流。源于永建乡俩母山。北流至连界场折东经兴隆场、观音滩入长沙坝水库，转南经沓水桥入葫芦水库，再经铺子湾，于两河口纳新场河，流至县城，达木河来汇，继续南流，于界牌乡杨司沱纳龙会河，到联胜乡双河口，再纳旭水河，入自贡市接釜溪河，长 131km，大小支流流布 6 区 5 镇 50 乡，流域面积 956km^2，其中威远县境 838km^2，占全县面积的 65.3%；源头至观英滩乡神仙桥为季节河，神仙桥以下为常年河，下游河床一般宽 40m，自然落差 334m，平均流量 10.97m^3/s，最小流量 0.37m^3/s，最大 1450m^3/s，年径流量 3.8 亿 m^3。其较大支流有新场河、龙会河和达木河。

本工程在四川省内江市威远县新店镇一品村 4 组、严陵镇鸭子村 1 组采用开挖方式穿越威远河，穿越长度约 168m，穿越位置区域属浅丘地貌和河谷地貌，河面宽度约 50m，两岸发育河漫滩和阶地。两岸地形有一定高差，零星坐落有村落房屋。

勘察区域地貌单元为浅丘地貌，丘顶部呈浑圆状、馒头状或台阶状。两岸主要为耕地，地形稍有起伏，海拔高程 299.50m～340.40m，河床内海拔高程 293.40m～295.20m，两岸相对高差一般 0.70m～1.80m，岸坡相对高程 8.10m～10.30m。地表附作物主要为玉米地、豆类等。主要地层岩性为粉质黏土、砂岩和泥岩互层。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-5 和图 8.1-6。



图 8.1-5　威远河穿越位置示意



图 8.1-6　威远河穿越处河道现状

3）　乌龙河

乌龙河，釜溪河支流。源于资中市五皇乡蓝家坝，入县境流经永远、方碑、凌家、伏龙等乡镇，于凌家镇舒家冲与泥河汇合。泥河源于资中县杨柳乡燃灯寺，入县境流经全安、朝阳山、永安乡，注于黄河镇水库，超量溢入乌龙河，全长 33.15km，流域面积 104.4km^2，汇合处多年平均流量 1.035m^3/s。乌龙河纳泥河南流至柳家嘴入自贡市，于姚家坝入釜溪河，全

长 51.11km，流域面积 400.8km²，其中内江境 165.3km²。

本工程在四川省内江市威远县东联镇采用开挖方式穿越乌龙河，穿越长度约 167m，穿越位置两岸均为自然岸坡，穿越处属河道顺直段，穿越断面河床最低点标高 314.60m，河槽最低点管道管顶标高 310.60m，河床管顶最小埋深 4.0m，穿越断面 50 年一遇设计洪水冲止高程 312.3m，冲刷深度为 2.3m，主河槽穿越管道管顶位于冲刷线以下 1.7m，管道主要从砂岩(中等风化)和泥岩层中通过。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-7 和图 8.1-8。

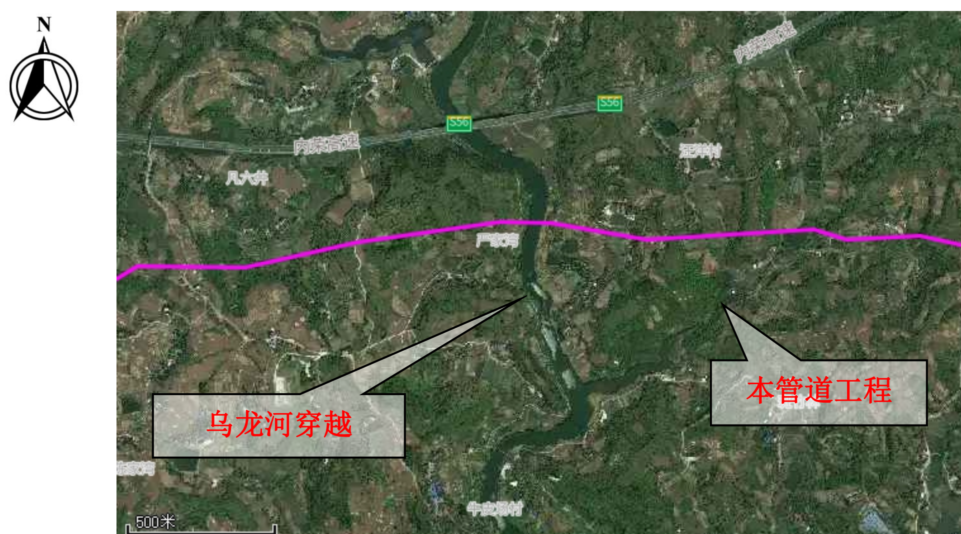


图 8.1-7　乌龙河穿越位置示意



图 8.1-8　乌龙河穿越处河道现状

4） 九曲河

九曲河，濑溪河支流，位于四川省泸县北部、隆昌县南部，有三源。北源出自隆昌县北部平安附近丘陵地，西南流折东南流经龙市镇，至肖家桥汇合东源。东源出自隆昌县东部边界，西南流穿行柏林寺水库，经县城关，至肖家桥汇合北源，又东南流至光荣与加明之间汇合东南源。东南源出自隆昌与荣昌 2 县之间分水岭西南侧，南流折西南流经荣昌县荣隆乡，至老乔村进入隆昌县境，经石燕汇合北源后，曲折南流，至泸县福集镇注入胡市河(濑溪河)。河流全长 69km。

本工程在四川省泸州市泸县嘉明镇大同村、罗桥村采用定向钻方式穿越九曲河，穿越长度约 704m，穿越位置区域属浅丘河谷阶地地貌，河面宽度约 40m，两岸沿河床分布较平坦的一级阶地。两岸较平坦开阔，洪水淹没范围较大，淹没范围以外房屋较密集。

穿越场区地貌单元属于浅丘河谷阶地地貌，微地貌包括浅丘、阶地与河床。两岸沿河床分布较平坦的一级阶地(包括出土点)，在入土点和回拖场地及附近分布一级阶地和浅丘。高程一般在 277.9m～305.3m，相对高差约 9m～28m。

穿越场区覆盖层主要由第四系全新统耕土、冲洪积黏性土和粉土粉砂组成，冲洪积层主要分布在两岸阶地及河床内，下伏侏罗系中统沙溪庙组砂泥岩，呈不等厚互层状沉积，以砂质泥岩为主。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-9 和图 8.1-10。

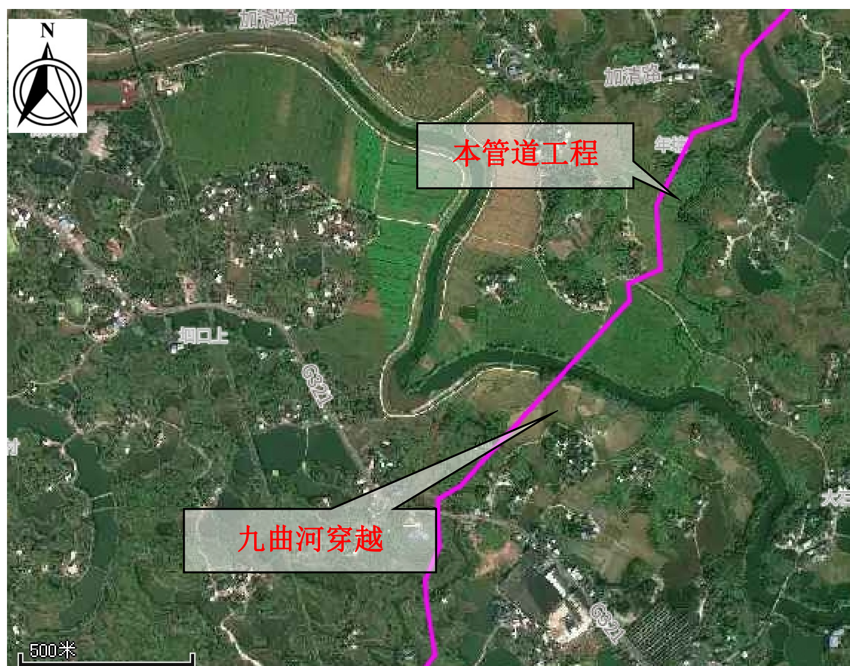


图 8.1-9　九曲河穿越位置示意



图 8.1-10　九曲河穿越处河道现状

5)　(大)清流河

(大)清流河，沱江支流。在四川省内江市。源出安岳县文化镇与镇子场之间丘陵地。南流至荣昌县吴家铺折向西流，经荣昌县北部边界，至内江市南郊，注入干流。全长 122km，流域面积 1559km^2。主要支流有小清流河等。

本工程在四川省内江市东兴区顺河镇采用定向钻方式穿越(大)清流河，穿越长度约806m，勘察区域地貌单元为浅丘地貌，丘顶部呈浑圆状、馒头状或台阶状，在穿越中线处沿河两岸均见一级阶地，地形较平坦。两岸主要为耕地，出入土点位于冲沟内，地形起伏较小，地表附作物主要为水稻、玉米地、豆类、鱼塘等。

定向钻穿越选择主要从中等风化砂岩中通过，出、入土段经过粉质黏土、泥岩。选择穿越管道中心标高为289m，管道主要从砂岩层和泥质砂岩层中通过，现状河床下管顶最小埋深为14.4m。

工程穿越位置及河道现状见图8.1-11和图8.1-12。



图8.1-11 (大)清流河穿越位置示意



图 8.1-12 (大)清流河穿越处河道现状

8.1.2.2 重庆市

1) 小安溪

小安溪，涪江右岸支流，在重庆市西部。经永钢、板桥进入铜梁区，北流进入合川市境，在合川市城南附近注入干流。全长 170km，流域面积 1720km^2，多年平均流量 16.5m^3/s，自然落差 145m。

本工程在重庆市铜梁区二坪镇扳扳桥附近采用定向钻方式穿越小安溪，穿越长度约 907m，工程所处区域为河包场区块，河包场地区为一由南西向北东方向下倾的褶皱单斜，区域构造位于川东南中隆高陡构造区域川中古隆平缓构造区的交汇部。西为自流井构造、南接黄家场、螺观山构造、东南邻西山构造、北为大足-安岳向斜。

根据工程地质调绘及钻探揭露，勘察区主要地层岩性为粉质黏土、砂岩和泥岩互层。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-13 和图 8.1-14。



图 8.1-13　小安溪穿越位置示意



图 8.1-14　小安溪穿越处河道现状

8.1.3 本工程管道沿线地表水环境保护目标

本工程沿线共涉及地表水环境保护目标 1 处，近距离地表水水源保护区 8 处，详见表 8.1-3。

表 8.1-3 管道沿线地表水环境保护目标

序号	保护目标	所在地	级别	与本工程关系
穿越的地表水水源保护区				
1	第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区	四川省内江市	市级	穿越准保护区 3000m，其中钻爆隧道穿越沱江 1244m
管道近距离地表水水源保护区				
1	柏林寺水库(泸县注入管道)	四川省隆昌市	县级	距二级保护区最近约 22m
2	顺河镇观音洞村饮用水水源	四川省内江市东兴区	乡镇	距二级保护区 250m
3	石子镇太和村饮用水水源	四川省内江市东兴区	乡镇	距二级保护区 140m
4	安岳县八方碑水库水源	四川省资阳市安岳县	乡镇	距二级保护区 70m
5	潼南区五桂镇老鸦山水库五桂水厂水源地保护区	重庆市潼南区	乡镇	距二级保护区 150m
6	卧佛镇曹家山水库卧佛水厂水源地保护区	重庆市潼南区	乡镇	距二级保护区 122m
7	上游水库水源保护区	重庆市大足区	市级	距一级保护区 250m
8	铜梁区侣俸镇青云水库斑竹水厂水源地	重庆市铜梁区	乡镇	距二级保护区 120m

8.1.3.1 内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区

内江市第三自来水厂供水规模为 $30\times10^4m^3/d$，该水厂建于市中区邓家坝片区四合乡旗子山，取水点位于内江市市中区四合乡尖山村境内对口滩段右岸岸边处。

(1) 保护区概况

根据《四川省人民政府关于同意划定内江市第三水厂沱江对口滩、调整凉山州西昌市西河集中式饮用水水源保护区的批复》(川府函[2016]154 号)，对内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区范围进行了划定：

取水口位置：内江市市中区四合乡尖山村对口滩段右岸(东经 105° 0′ 23″，北纬 29° 37′ 26″)。

划定后的一级保护区为：取水口下游 100m 至上游 1000m(内遂高速跨沱江大桥下游侧)、5 年一遇洪水淹没的全部水域；一级保护区水域沿两岸纵深距离 50m 的全部陆域。

划定后的二级保护区为：除一级保护区外，取水口下游 300m 至上游 5000m(四美大桥下游侧)、四美河汇入口向四美河上游延伸 700m、10 年一遇红水淹没的全部水域；二级保护区水域沿两岸纵深 1000m 但不超过流域分水岭的全部陆域。

划定后的准保护区为：二级保护区沱江和四美河上边界分别向上游延伸 7000m(资中县银山镇石田村)和 2000m、小溪河汇入口向小溪河上游延伸 2000m、10 年一遇洪水淹没的全部水域；准保护区水域沿两岸纵深 1000m 但不超过流域分水岭的全部陆域(二级保护区外)，及沱江右岸深草湾至四美大桥下游侧段河堤纵深 1000m 的陆域。

(3) 与本工程关系

本工程于四川省内江市市中区史家镇穿越内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区准保护区 3000m，其中钻爆隧道穿越沱江 1244m，始发井和接收井均位于准保护区内，开挖穿越准保护区长度 1756m，在准保护区内设施工便道 1km。详见图 8.1-15。

8.1.3.2 管道近距离地表水水源保护区

本工程沿线共涉及近距离地表水水源保护区 8 处，与管道的位置关系详见图 8.1-16(1)～图 8.1-16(8)。

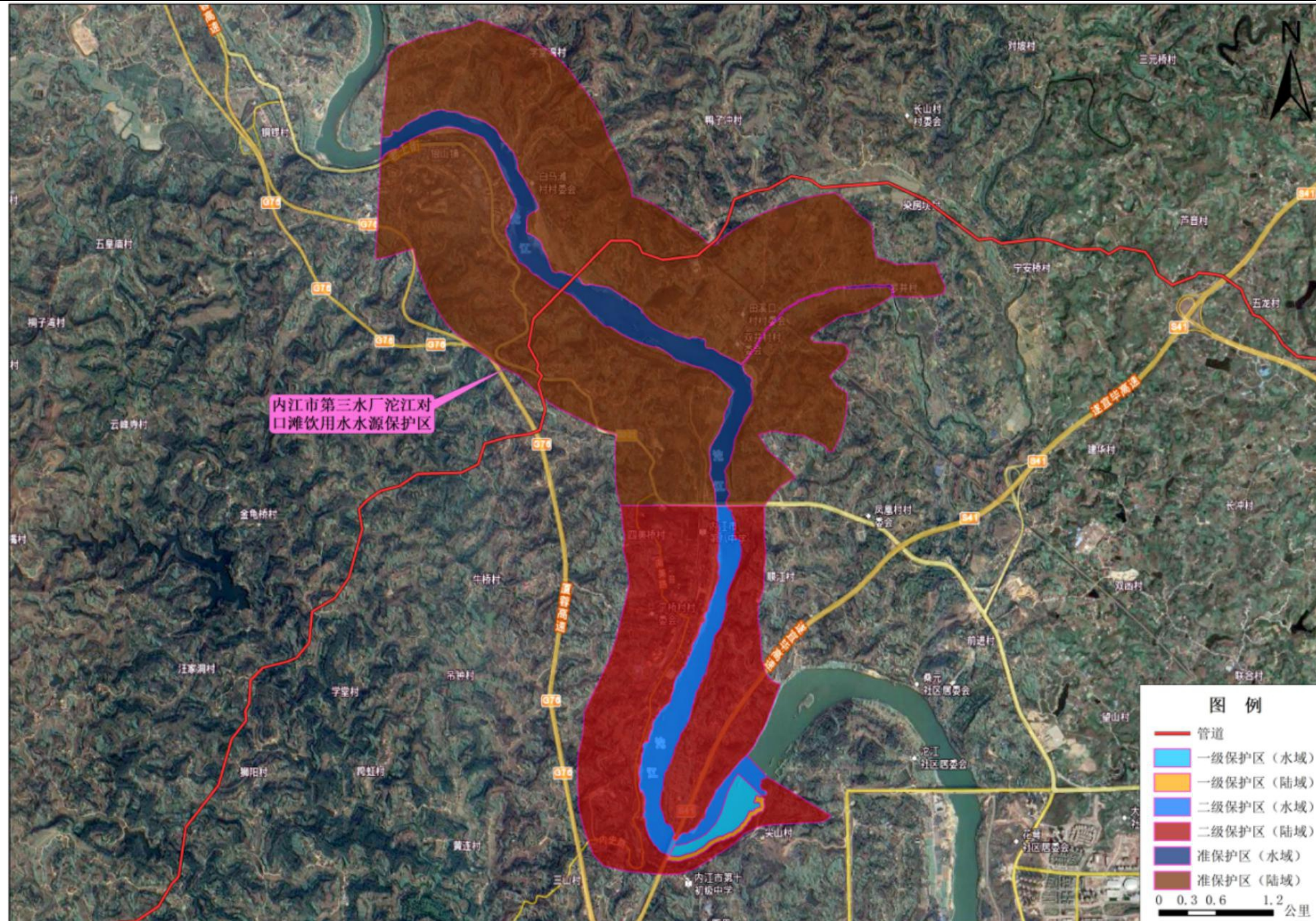


图 8.1-15　本工程与第三水厂沱江对口滩饮用水源地的位置关系

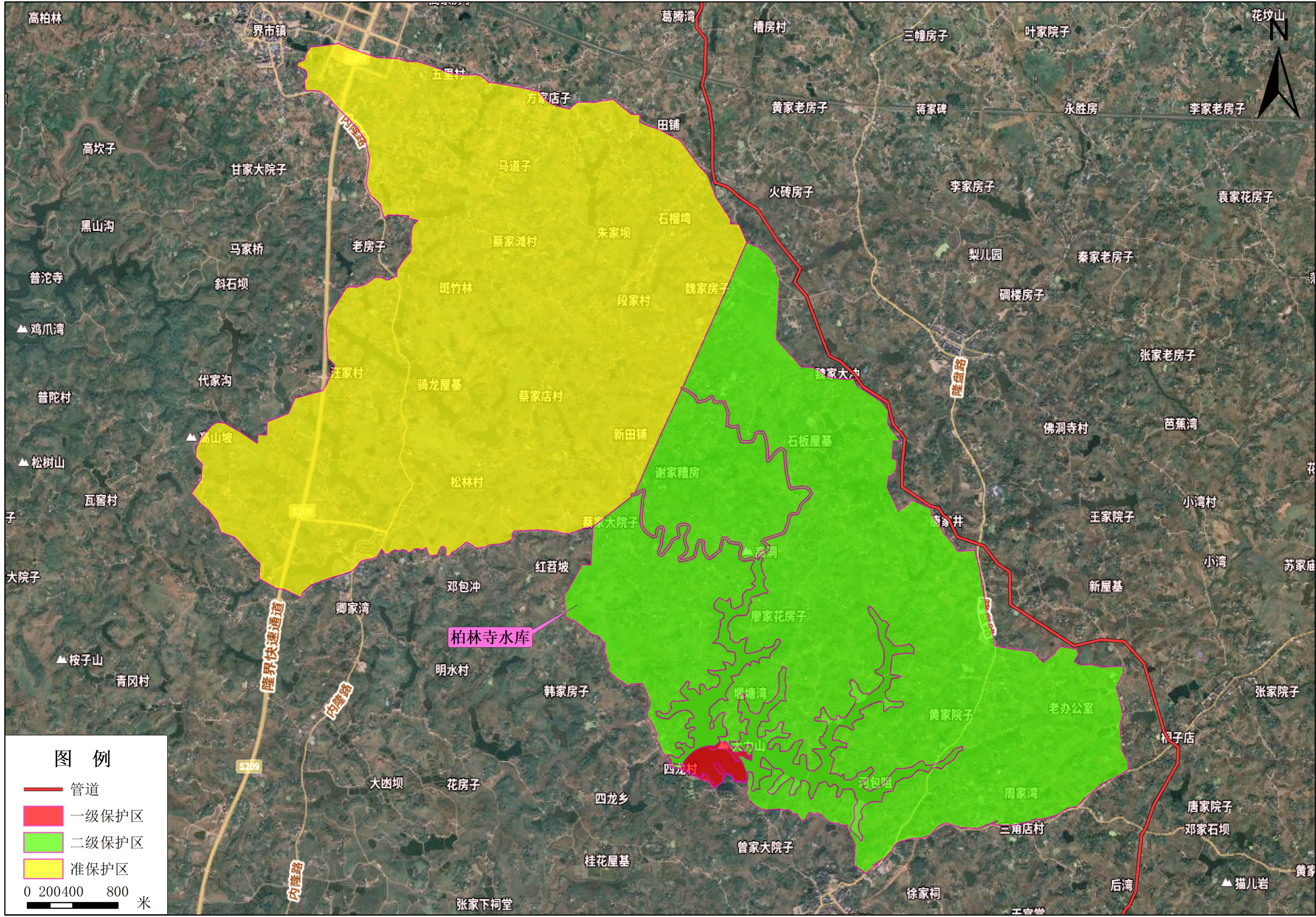


图 8.1-16(1) 管道与柏林寺水库位置关系(泸县注入管道)

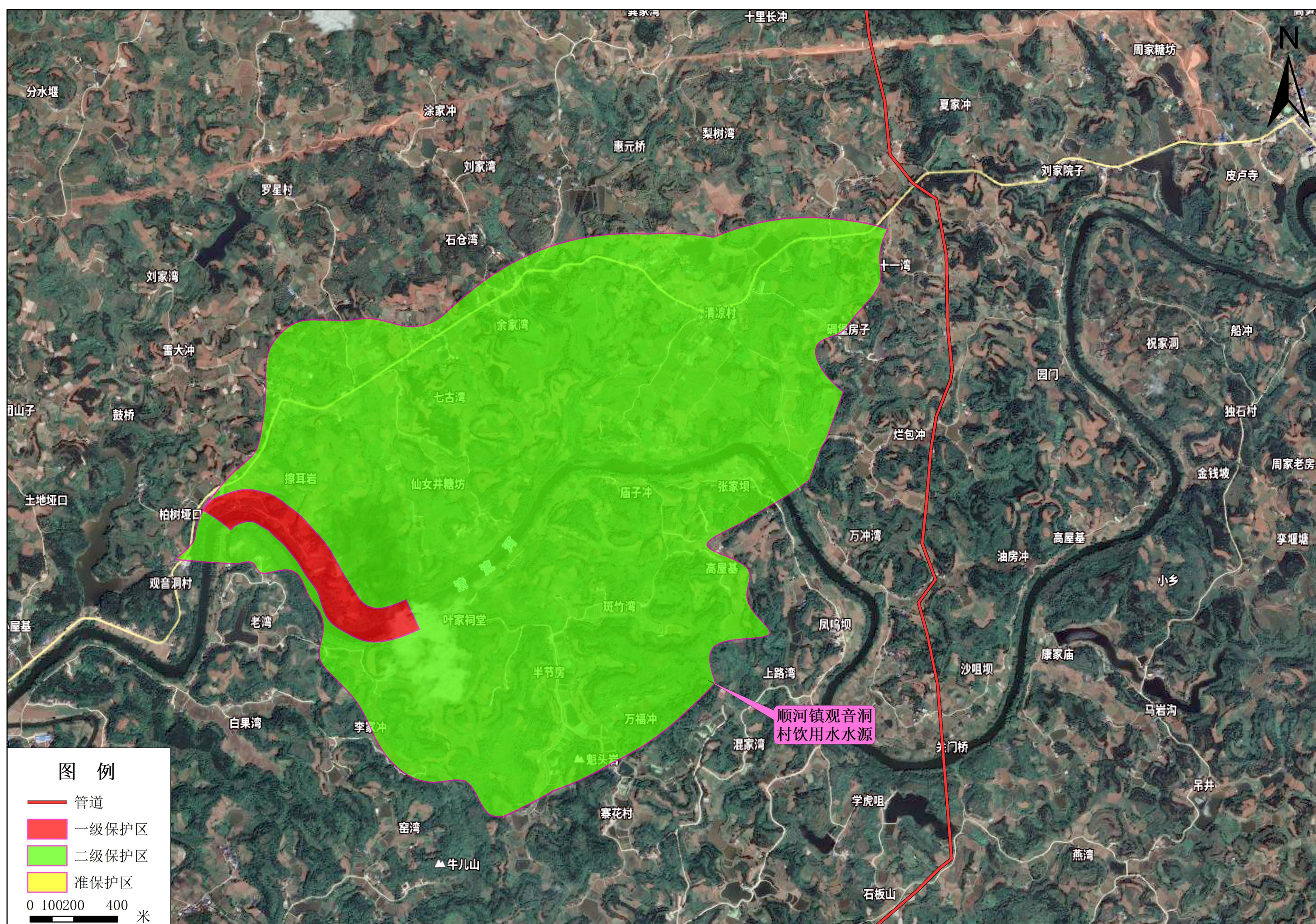


图 8.1-16(2) 管道与顺河镇观音洞村饮用水水源位置关系

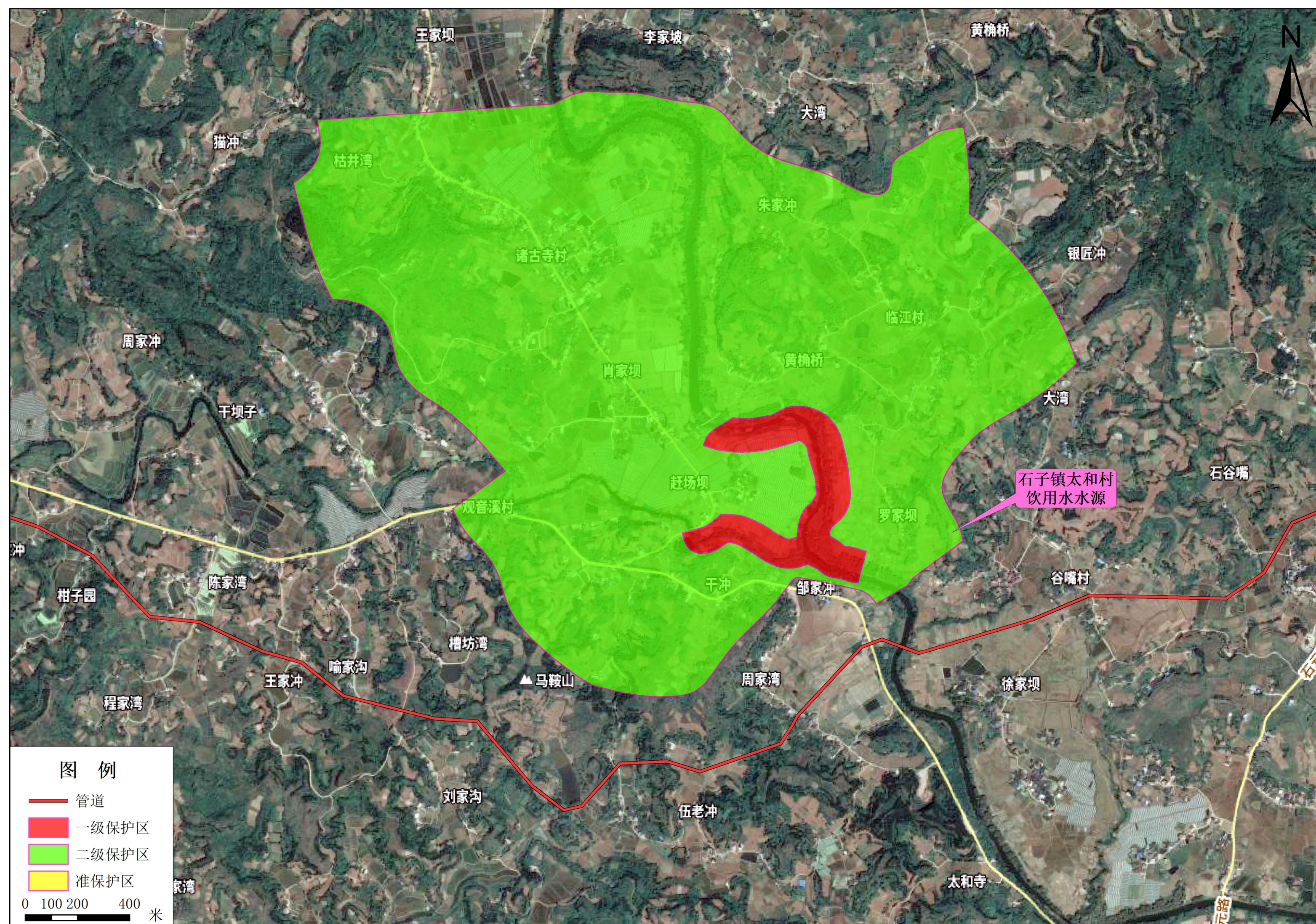


图 8.1-16(3) 管道与石子镇太和村饮用水水源位置关系

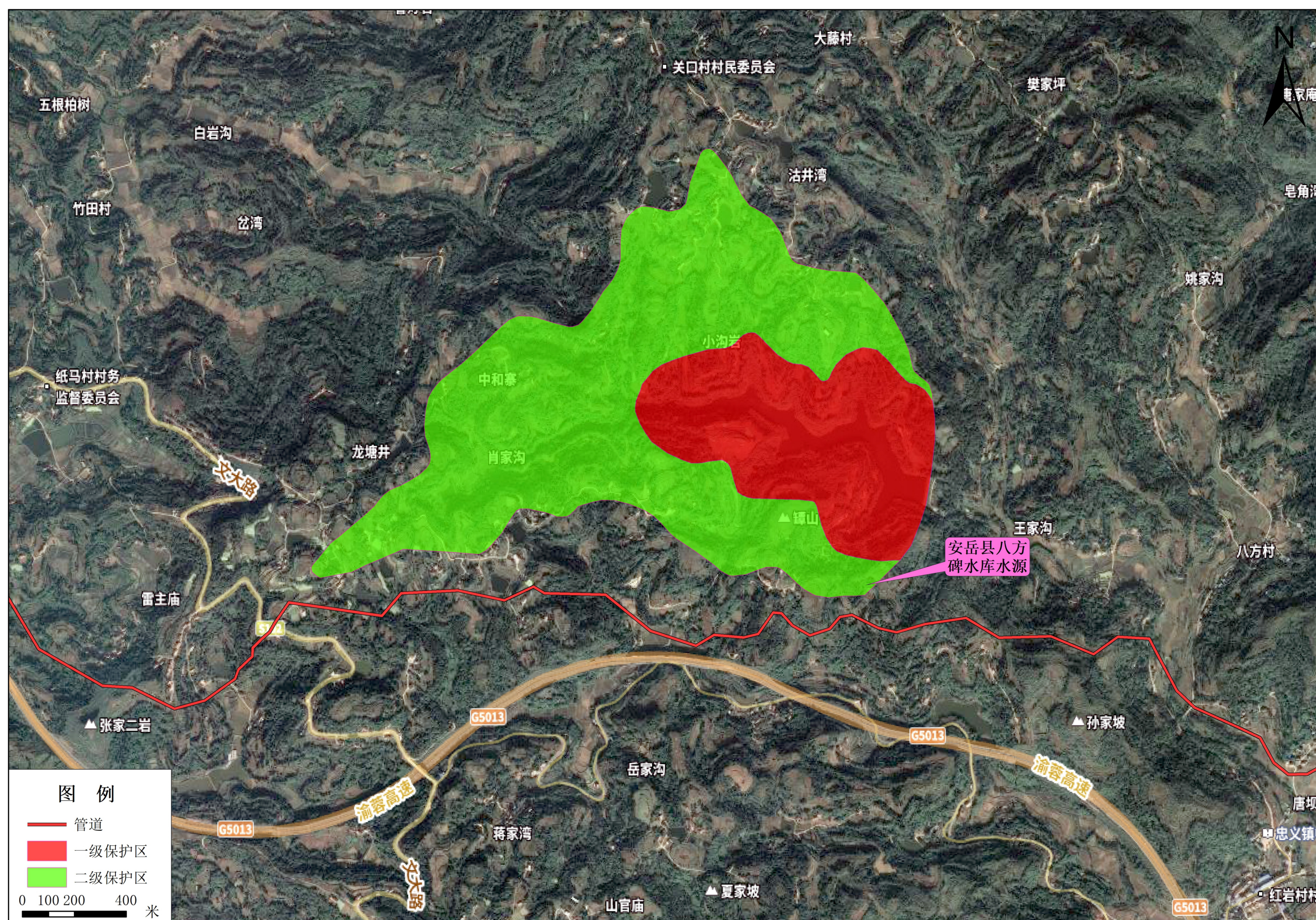


图 8.1-16(4) 管道与安岳县八方碑水库水源位置关系

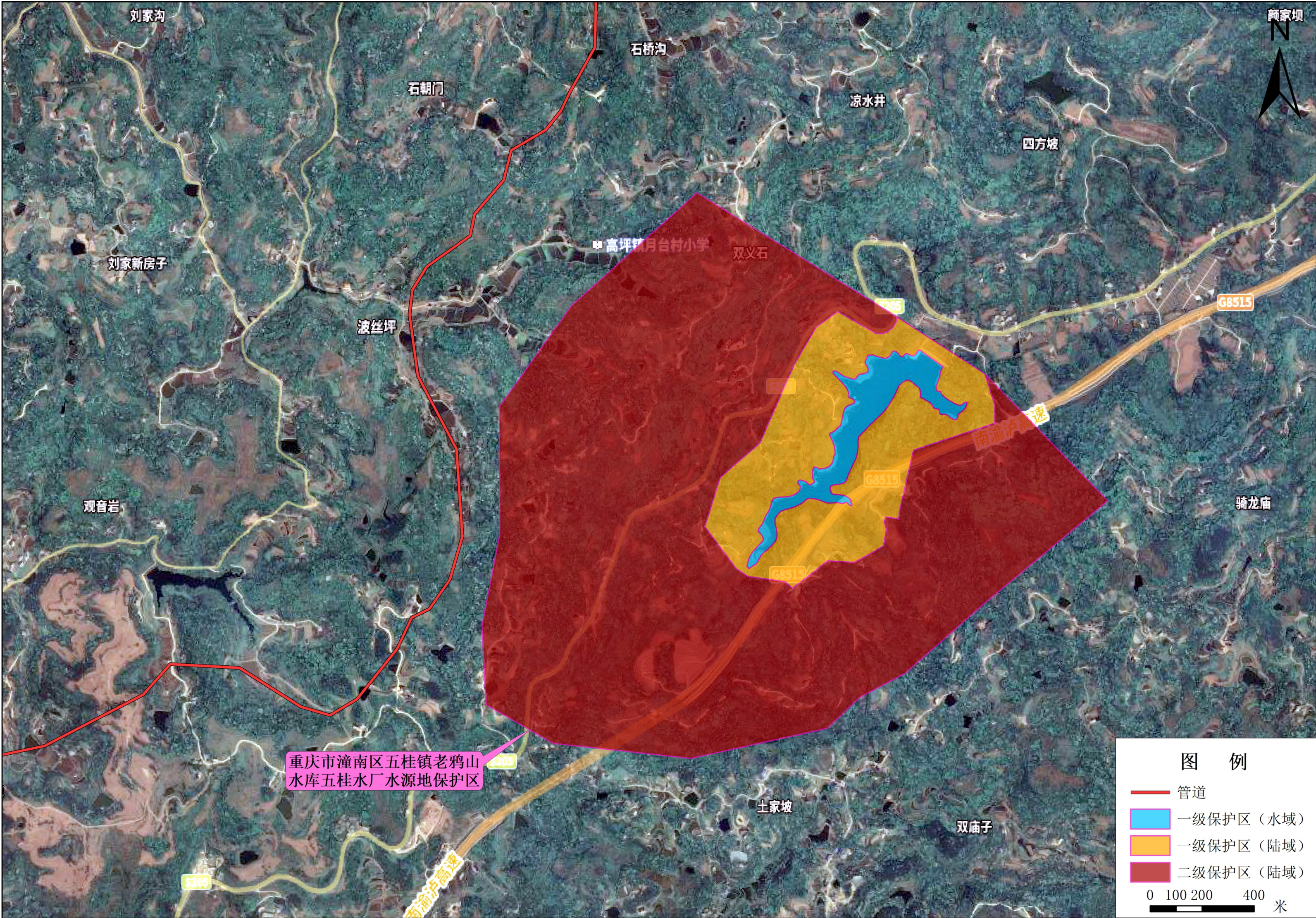


图 8.1-16(5)　管道与潼南区五桂镇老鸦山水库五桂水厂水源地保护区位置关系

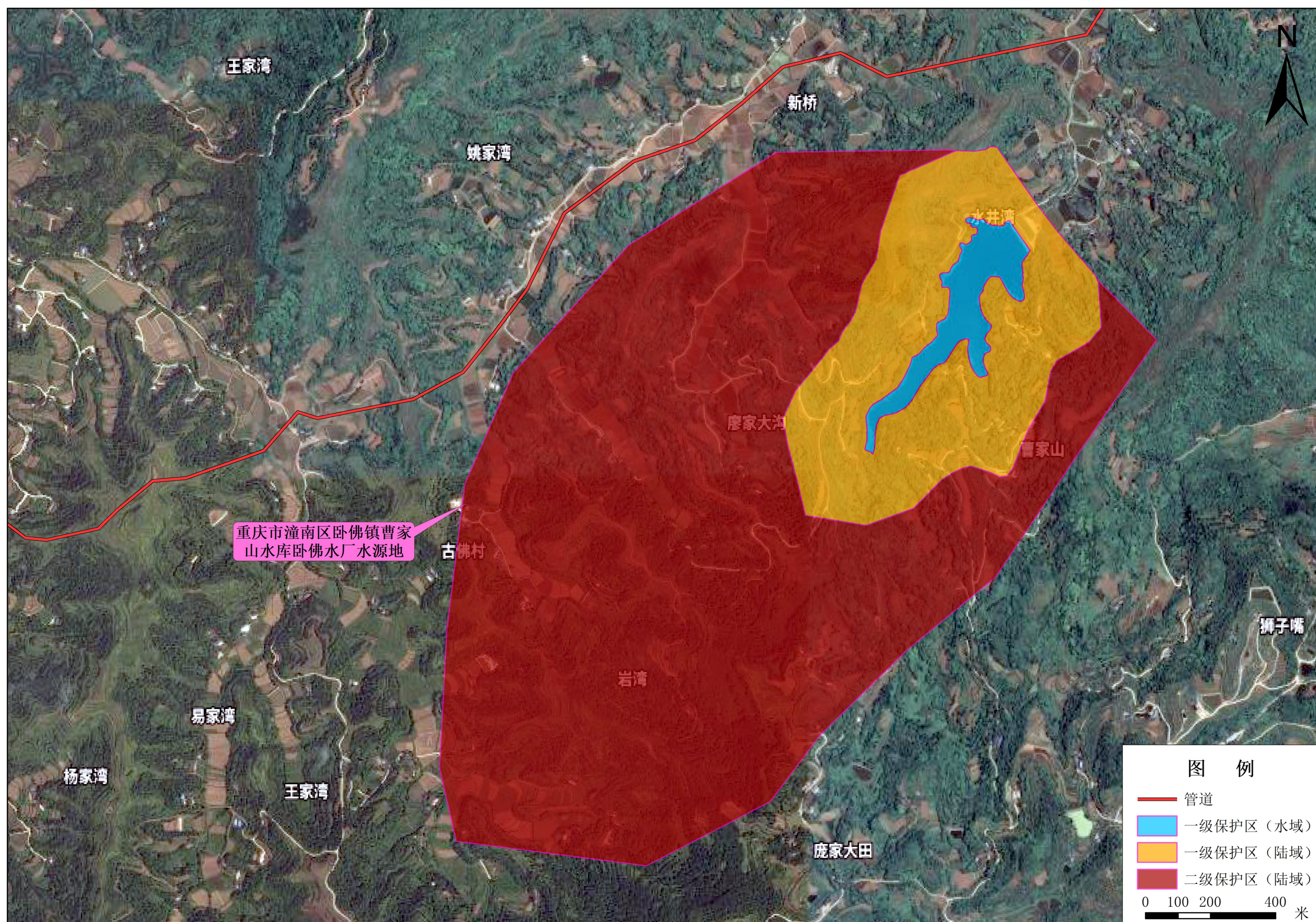


图 8.1-16(6) 管道与卧佛镇曹家山水库卧佛水厂水源地保护区位置关系

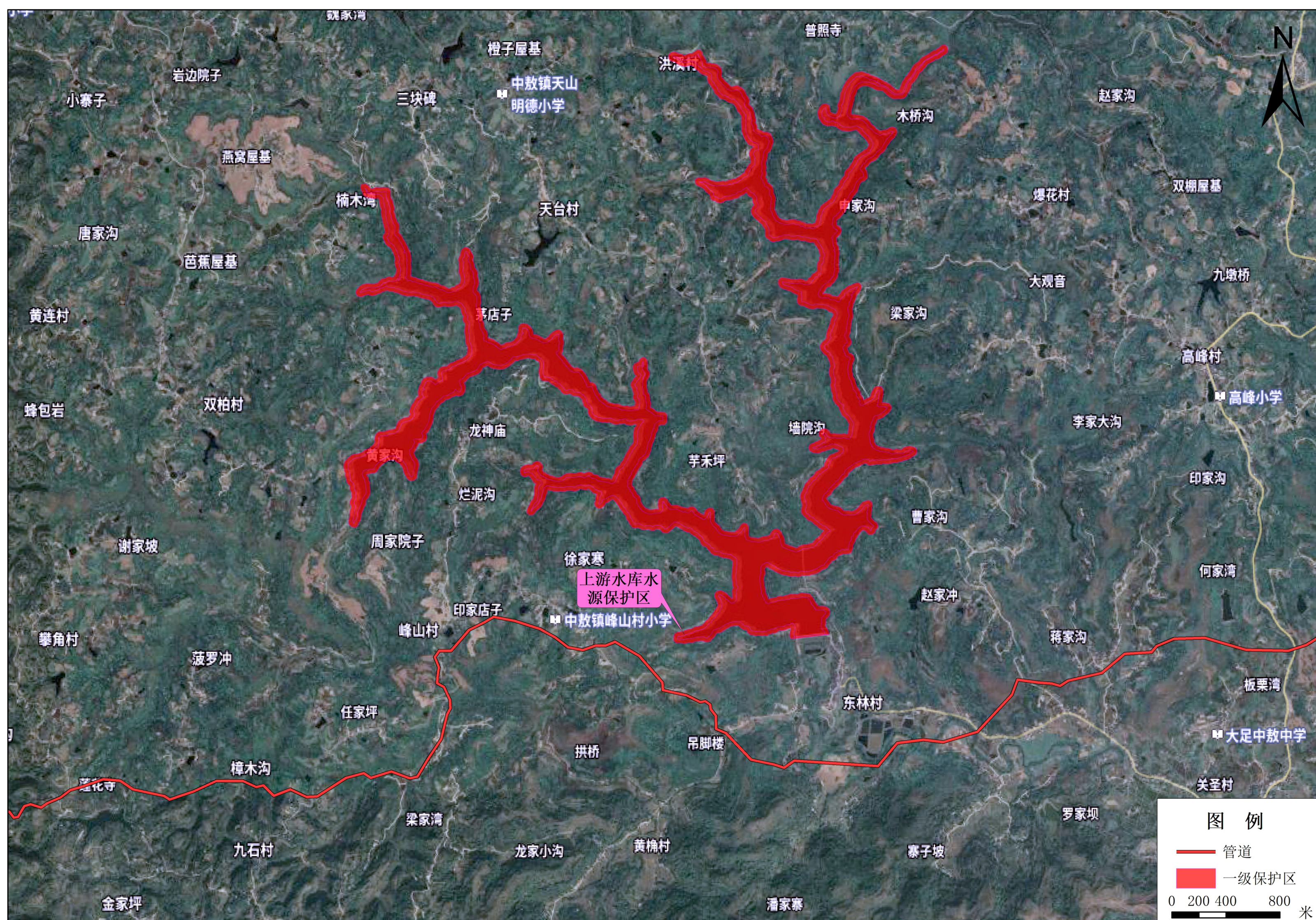


图 8.1-16(7) 管道与上游水库水源保护区位置关系

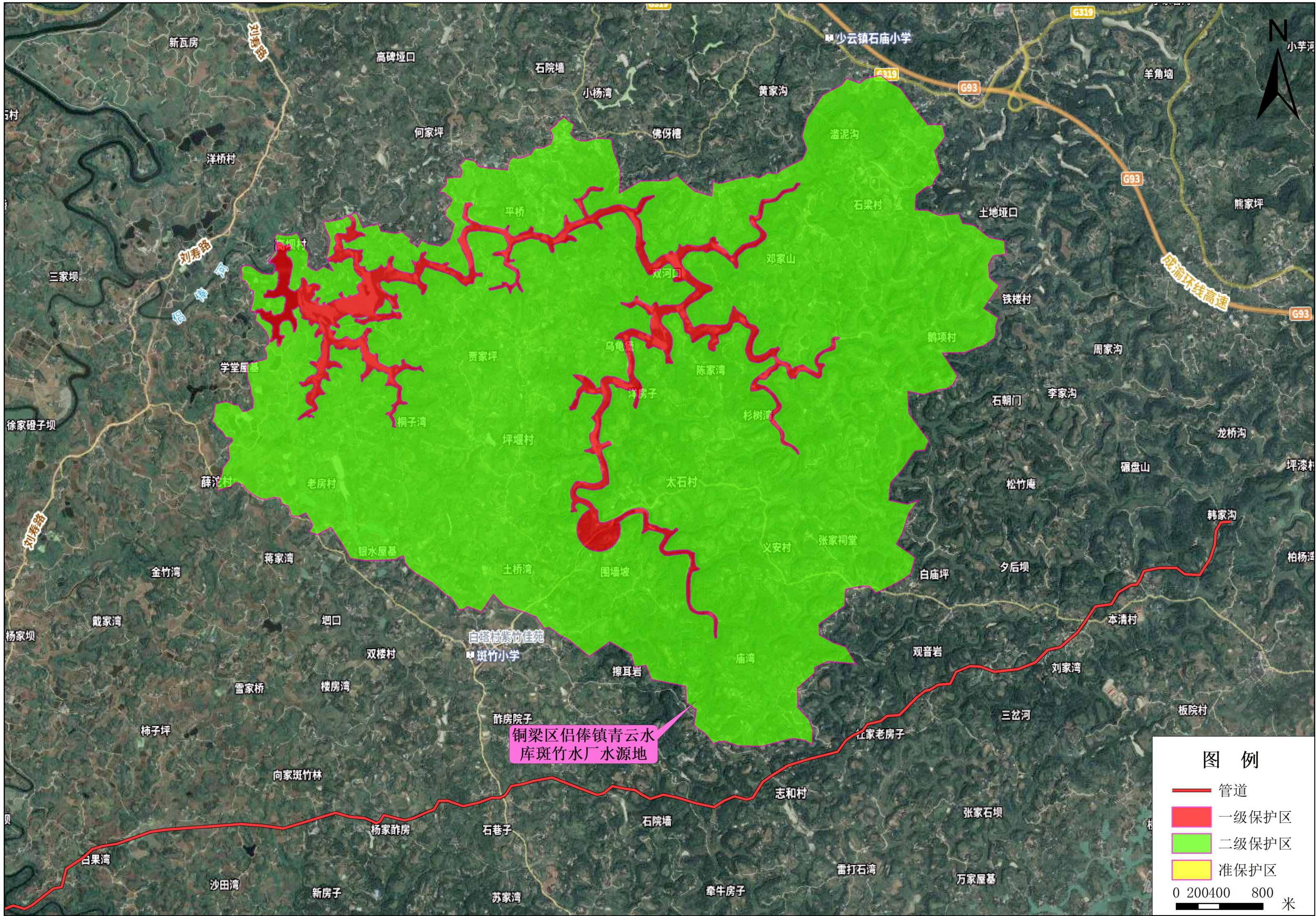


图 8.1-16(8)　管道与铜梁区侣俸镇青云水库斑竹水厂水源地位置关系

8.2 水环境质量现状评价

8.2.1 水环境状况信息

1) 四川省

根据四川省生态环境厅公布的《2023 年 1-2 月国考断面水质情况统计表》和《2023 年 1-2 月省考断面水质情况统计表》，沱江在内江市银山镇断面、脚仙村断面和高寺渡口断面的水质均为Ⅱ类。

威远河在内江市廖家堰断面水质为Ⅳ类，化学需氧量 26.7mg/L，较III类标准因子超标 0.34 倍。

(大)清流河在内江市小河口大桥断面水质为III类。

2) 重庆市

根据国家地表水水质自动监测实时数据发布系统，小安溪临渡断面 2023 年 5 月 20 日的水质类别为III类。小安溪临渡断面位于本工程穿越处下游约 25km，该断面距涪江汇入口约 3.6km，为国控断面。

8.2.2 水环境功能区水质达标状况

8.2.2.1 监测断面

为了进一步了解管道沿线地表水环境质量现状，本次评价委托中科检测技术服务(重庆)有限公司对管道沿线的水环境质量进行了现状监测。

本次选取本管道拟穿越的 6 条河流进行监测，用于明确沿线水环境功能区水质现状。监测位置见表 8.2-1,地表水监测断面见图 8.2-1。

表 8.2-1 河流监测断面

序号	监测断面	所属地区	坐标
四川段			
1	沱江	四川省内江市市中区史家镇	29°40′25″N 104°59′13″E
2	威远河	四川省内江市威远县新店镇	29°29′33″N 104°42′2″E
3	乌龙河	四川省内江市威远县东联镇	29°33′58″N 104°50′40″E
4	九曲河	四川省泸州市泸县嘉明镇	29°14′58″N 105°20′54″E
5	(大)清流河	四川省内江市东兴区顺河镇	29°35′22″N 105°14′34″E
重庆段			
1	小安溪	重庆市铜梁区二坪镇	29°53′20″N 106°10′15″E

8.2.2.2 监测频次

各监测断面均进行一次监测。

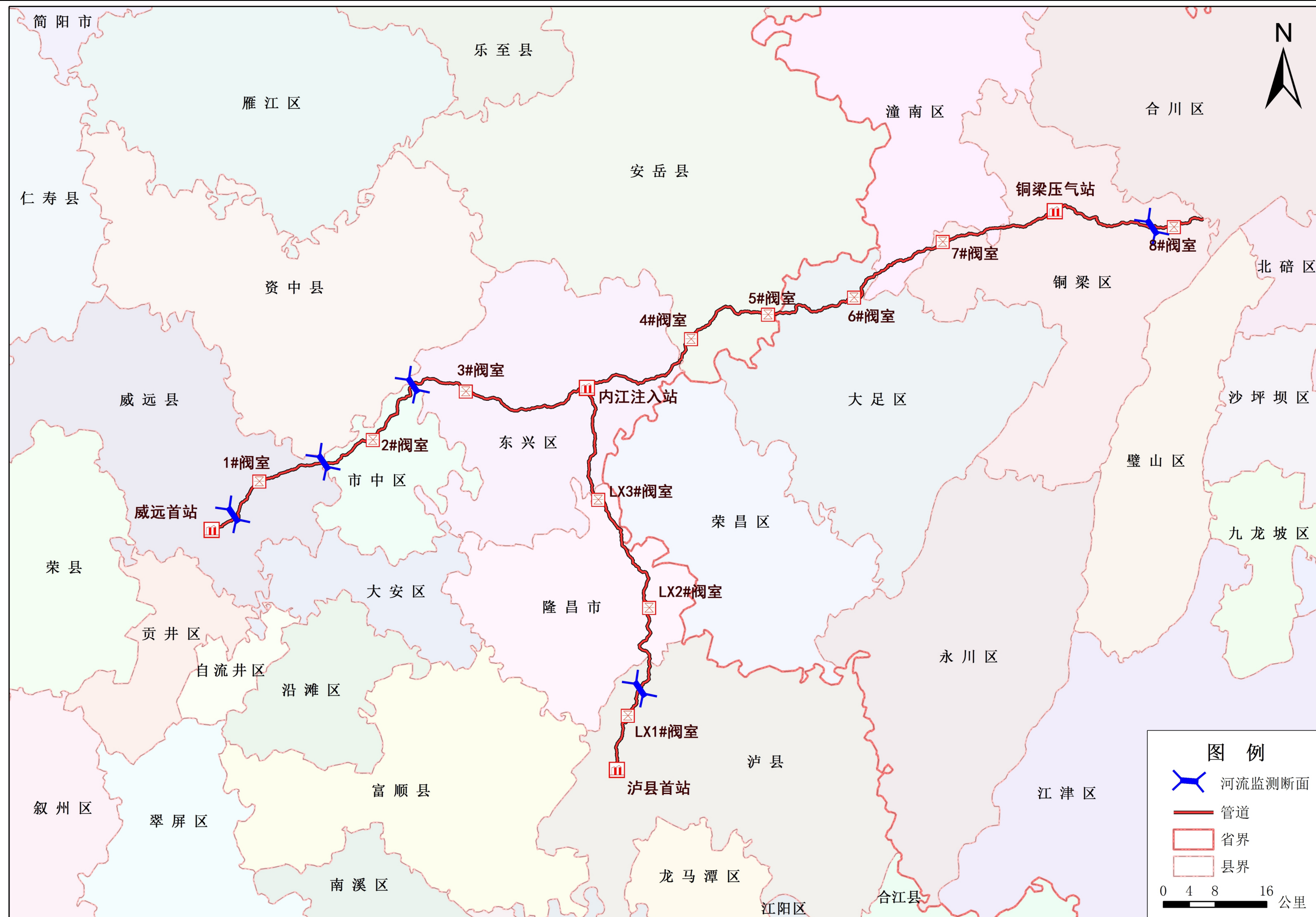


图 8.2-1　河流监测断面图

8.2.2.3 监测项目

地表水监测项目为：pH值、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、悬浮物、氨氮、挥发酚、总磷、石油类、五日生化需氧量共10项。

8.2.2.4 评价标准

各河流执行标准及标准限值详见表1.5-2。

8.2.2.5 评价方法

采用单项标准指数法对地表水的监测结果进行现状评价。

1） 一般水质参数标准指数

计算公式：

$$S_{ij}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：

S_{ij} 为单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ 为水质参数 i 在第 j 点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} 为水质参数 i 的地表水水质标准，mg/L。

2） pH值的标准指数

计算公式：

$$S_{pHj}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}}, pH_j\le 7.0$$

$$S_{pHj}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0}, pH_j>7.0$$

3） DO的标准指数

计算公式：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j，DO_j\leqslant DO_f$$

$$S_{DO,j}=|DO_f-DO_j|/DO_f-DO_s，DO_j>DO_f$$

$$DO_f=468/(31.6+T)$$

水质参数的标准指数＞1，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已经不能满足使用要求。

8.2.2.6 监测结果与评价分析

监测结果及水质评价结果见表8.2-2。

表 8.2-2 河流水质监测结果及评价(mg/L，pH 值无量纲，粪大肠菌群：个/L)

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
四川省					
1	沱江	2021.12.29	pH	7.2	0.10
			溶解氧	7.7	0.65
			悬浮物	6	0.20
			总磷	0.15	0.75
			氨氮	0.030	0.03
			高锰酸盐指数	1.8	0.30
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	7	0.35
			五日生化需氧量	0.9	0.23
2	威远河	2021.12.31	pH	7.1	0.05
			溶解氧	10.1	0.50
			悬浮物	7	0.23
			总磷	0.10	0.50
			氨氮	1.22	1.22
			高锰酸盐指数	2.6	0.43
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	12	0.60
			五日生化需氧量	1.4	0.35
3	乌龙河	2021.12.31	pH	7.9	0.45
			溶解氧	10.3	0.49
			悬浮物	8	0.27
			总磷	0.13	0.65
			氨氮	0.104	0.10
			高锰酸盐指数	5.9	0.98
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.01	0.20
			化学需氧量	25	1.25
			五日生化需氧量	4	1.00
4	九曲河	2021.12.25	pH	7.7	0.35
			溶解氧	7.3	0.68
			悬浮物	5	0.17
			总磷	0.09	0.45
			氨氮	0.189	0.19
			高锰酸盐指数	4.6	0.77
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	18	0.90
			五日生化需氧量	1.9	0.48

续表 8.2-2 河流水质监测结果及评价(mg/L，pH 值无量纲，粪大肠菌群：个/L)

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
5	清流河	2021.12.28	pH	7.5	0.25
			溶解氧	7.6	0.66
			悬浮物	7	0.23
			总磷	0.05	0.25
			氨氮	0.034	0.03
			高锰酸盐指数	4.9	0.82
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.01	0.20
			化学需氧量	16	0.80
			五日生化需氧量	2	0.50
重庆市					
6	小安溪	2021.12.23	pH	7.3	0.15
			溶解氧	9.18	0.54
			悬浮物	5	0.17
			总磷	0.14	0.70
			氨氮	0.076	0.08
			高锰酸盐指数	4.2	0.70
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	12	0.60
			五日生化需氧量	1.5	0.38

注：1、“ND”表示未检出；
“*”表示该检测结果为采样平行样检测均值。

由表 8.2-2 可以看出，四川段威远河氨氮和乌龙河化学需氧量均有不同程度的超标，超标原因可能是穿越处河道沿线村庄密集，村民生活污水的排放、养殖家畜产生的粪便或农田用施肥污染所致。其余监测的各河流均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)III类水质要求。

8.3 地表水环境影响分析

8.3.1 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价

8.3.1.1 施工期

施工期对地表水的影响主要发生在河流穿越施工过程中，管道河流穿越采用钻爆隧道、定向钻和开挖方式通过，本节将分别予以分析。

1) 施工期废水来源及影响分析

(1) 施工作业生活污水影响

施工人员生活污水产生量按 75L/人•日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据西二线西段施工过程类比调查，一般地段管

线施工生活污水、COD和氨氮排放量分别为$26m^3$/km、7.8kg/km和0.78kg/km。本工程全长282.77km，则生活污水产生量为0.74×10^4t，COD排放量为2.21t，氨氮排放量0.22t。施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，局部排放量很小。

沱江穿越采用钻爆隧道施工，隧道平均施工人员40人/d～50人/d，施工速度为8m/d左右，则生活污水、COD和氨氮排放量分别为$375m^3$/km～$469m^3$/km、112kg/km～141kg/km和11kg/km～14kg/km，沱江穿越长度1.24km，施工产生生活污水约633t，COD和氨氮排放量分别为190kg、19kg。根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般租用当地民房，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。本工程沱江穿越施工时，施工期在水源保护区内设置环保移动厕所，定期清运，禁止在保护区内随意排放。

(2)　试压排水

管道试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压。根据同类型管道工程项目可知，清管和试压为分段进行，为了避免浪费，部分水可重复利用(最高可达80%)。本工程管道每段清管试压最大用水量约为$26806m^3$，试压废水排放量约为$5361m^3$，试压排水中主要污染物为悬浮物(≤70mg/L)，管段试压结束后，试压水经沉淀处理，用于道路洒水或排放至环保部门许可的地点(具体排放去向需根据施工组织方案中设置的取水点、试压管道长度和循环利用情况确定)。试压水禁止排放至具有饮用水功能的地表水体。在沱江内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区段单独试压时，试压废水不得在水源保护区和沱江排放。

(3)　隧道涌水

在沱江钻爆隧道掘进的过程中会产生一定的涌水，产生量很小。隧道涌水主要污染物为悬浮物，产生的涌水首先排入临时施工场地内的沉淀池，经过沉淀后少部分回用于施工场地洒水等，大部分拉运至当地污水处理厂处理或在水源保护区外行政主管部门许可的地点排放，禁止在水源保护区内排放。

综上所述，只要加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向符合当地的排水系统要求，施工中杜绝不经处理任意排放的现象，试压水的排放对地表水环境影响很小。

2） 施工方式影响

(1) 大开挖施工

本工程采用开挖方式穿越的河流，都是由于其穿越处水文地质、地形、地貌状况或设计规范等多方因素的限制，不具备非开挖方式施工的条件，在经多方案严格比选和深入分析考虑环境保护的前提下最终确定的。

采用开挖方式穿越河流，尽量选择枯水期施工。大开挖穿越在施工期将对河流水质产生短期影响，主要是使河水中泥沙含量显著增加。但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。施工过后，原有河床形态得到恢复，不会对水体功能和水质产生明显影响。施工一般选在枯水期进行，尽量缩短施工时间，对上下游水工构筑物不会构成危害，大开挖产生的悬浮物对生水生物及一般鱼类会产生短期的影响。当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工，使河水通过导流明渠流向下游，在河床内开挖管沟，敷设管道，然后回填，拆除围堰，并回填导流明渠。

开挖穿越内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区准保护区陆域时，开挖作业不会对水源保护区水质产生直接影响，其所产生的主要影响是在敷设管道过程中，因置换而产生一部分弃土方，若堆放不当，则可能引发水土流失，对准保护区的陆域环境造成一定的影响。另外，施工便道的修建，将破坏准保护区内的地表植被，在短期内难以恢复。施工时管道焊接产生的施工废料、废防腐材料以及废混凝土等，若随意丢弃，导致准保护区内产生固废污染。

施工影响及应采取的减缓措施详见表 8.3-1。

表 8.3-1　大开挖穿越河流的影响分析及减缓措施

影响分析	1、可能造成河水短时断流，影响河水自然净化，短时间影响水质； 2、管沟渗水的排放会使周边河水中泥沙含量、悬浮物在短期内有所增加，短期内影响水质； 3、各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏，对地表水体造成污染； 4、管沟回填后多余土石方处置不当可能造成河道淤积和水土流失； 5、在施工期间，施工人员的活动可能对水环境的影响还包括生活污水、生活垃圾等。 另外施工期间，现场施工活动对环境的影响：一是会使周边河水中泥沙含量、悬浮物显著增加，短期内影响水质。施工结束后，随着河水的流动，悬浮物的沉淀，河水的水质很快会恢复到原有状况；二是施工机具、车辆的清洗污水，应严格禁止此类废水排入河流。
类比同类项目采取的有效减缓措施	1、在穿越河流的两堤外堤脚内禁止给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆； 2、加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；为了防止漏油后蔓延，在设备周围设置围堰，并及时清理漏油； 3、对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放，影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。为了控制影响，对水质要求较高的河流，应采取先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 4、施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实，或用于修筑堤坝；必须注意围堰土在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道，可将这些土方用于修筑堤坝；应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响； 5、大开挖穿越河流、沟渠时，尽量选在枯水期进行； 6、当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工；河流水量较小时，可采取抽水泵抽水的方式，必须保证下游水量的供应，保证下游水量在施工期不断流，不影响河流、水渠的生态功能，不影响下游居民的生产、生活用水。

(2)　定向钻施工

定向钻施工是目前普遍采用的一种先进施工方式，施工在河道及沟渠两岸进行，通过定向钻引导，管道直接从河床或鱼塘底部下穿过，不影响河床和水渠、鱼塘的水质，对水体无影响。根据穿越段的工程地质条件及定向钻穿越施工的需要，定向钻穿越水平段管顶最小埋深应大于设计洪水冲刷线以下 6m，具有不破坏河堤、不扰动河床等优点。施工不会对河床中水流产生直接影响。施工用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)，无毒、无油及无有害成分。泥浆池设在入土场地和出土场地中，池底均铺设防渗材料以防渗漏；同时，泥浆池的大小设计也留有一定的余量，以防雨水冲刷外溢。

根据工程分析，主要污染环节是：施工场地泥浆池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆和钻屑。从已有工程的定向钻施工现场来看，泥浆钻屑收集池(简称泥浆池)一般就在钻机场地内，均有防渗措施，且考虑了余量，基本不会造成渗漏污染。

针对本项目而言，为了最大限度的减轻定向钻施工对水环境的影响，施工时应采取的减缓措施，详见表 8.3-2。

表 8.3-2　定向钻穿越河流的影响分析及减缓措施

影响分析	1、施工时，定向钻开挖会破坏两岸土层； 2、泥浆池有可能泄漏污染水体； 3、施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆和钻屑等固体废弃物； 4、施工机械漏油，油类污染地表水或岸区地下水； 5、可能引起水土流失； 6、定向钻穿越要在河两岸建立临时施工场地，占用农田，破坏植被等。
类比同类项目采取的有效减缓措施	1、施工场地及泥浆池设于水渠两堤或鱼塘两侧之外，施工过程中尽量避免对穿越河流两岸堤坝的扰动；定向钻穿越水体，大堤两侧 200m 范围内禁止设置施工材料堆放场地和施工营地；严格控制穿越河段施工作业带； 2、泥浆池要严格按照规范设立，采用可降解防渗透膜进行防渗处理，其容积要考虑 30%的余量，以防雨水冲刷外溢； 3、在穿越处的两堤内禁止给施工机械加油或存放油品储罐；机械设备若有漏油现象要及时清理散落机油；不得在河流附近清洗施工器具、车辆等； 4、施工结束后剩余泥浆经干化后，外运至当地政府主管部门许可或指定的地点填埋。 5、施工结束后泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复； 6、废弃土石方堆放在远离水体的指定地点，废油及其他废物严禁倾倒或抛入水体；含有害物质的建筑材料，如沥青、水泥等不得堆放在水体附近，并设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体； 7、施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌。

(3)　钻爆隧道施工

本工程在穿越第三水厂沱江对口滩水源保护区时采用钻爆隧道的施工方式。钻爆隧道穿越方式，施工技术成熟，施工对河道无影响，不受洪水季节的限制，不会影响河道航运；钻爆隧道穿越不但可以保证管道的埋设深度，而且也有利于管道的运行维护和安全。由于施工过程完全在河床以下完成，穿越施工过程，对河流中的水质不会产生直接影响。但针对可能产生的各种环境影响，提出如表 8.3-3 的环保措施。

表 8.3-3　钻爆隧道穿越保护区的影响分析及减缓措施

施工可能造成的环境影响	应采取的环保措施
水体水质变差	禁止向水体内排放一切污染物。
生活污水和生活垃圾污染水体	施工期在准保护区内施工场地设置环保移动厕所，定期清运，禁止在保护区内随意排放；生活垃圾定期收集清运，防止生活污水和生活垃圾直接进入河道。
油类污染地表水或岸区地下水	在河流两岸堤防以内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准清洗施工机械、排放污水； 在准保护区内施工时，大型机械设备加油及维护过程中、物料堆放场地等区域，应做好防渗措施，铺设防渗膜，避免油品泄漏污染土壤；禁止在准保护区内存放油品储罐； 施工过程和结束后，机械设备若有漏油或少量机油洒落，应及时清理散落机油。
隧道涌水外排	隧道涌水经沉淀后，拉运至附近污水处理厂或运至保护区外当地行政主管部门允许的地点排放，禁止排入沱江及水源保护区内。
弃渣和弃土污染水体	根据内江市自然资源和规划局要求，沱江隧道全部弃渣需要转运至指定社会消纳场进行统一利用。不准随意堆弃，不能影响河道水质。
可能引起水土流失	施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。
隧道井口永久占地将改变原有用地使用性质	尽量压减隧道施工场占地面积，施工结束后，及时恢复场地原有地貌。

8.3.1.2　运行期

1)　正常工况下

正常工况下，输气管线全封闭运行，采用外防腐层和强制电流阴极保护联合方式，正常运行期对穿越的水环境保护目标和河流不会造成影响，对周边水环境基本影响。如发生破裂事故，其泄漏的天然气会对大气环境造成一定的影响，由于天然气基本不溶于水，事故对河流水质的影响较小。

运行期只有各站场可能对周围水环境造成影响，各站场产生废水主要为生活污水。

本工程共设置 4 座站场，均为新建站场，其中内江注入站为无人值守站，无生活污水产生。威远首站、泸县首站及铜梁压气站生活污水处理工艺流程见图 8.3-1。

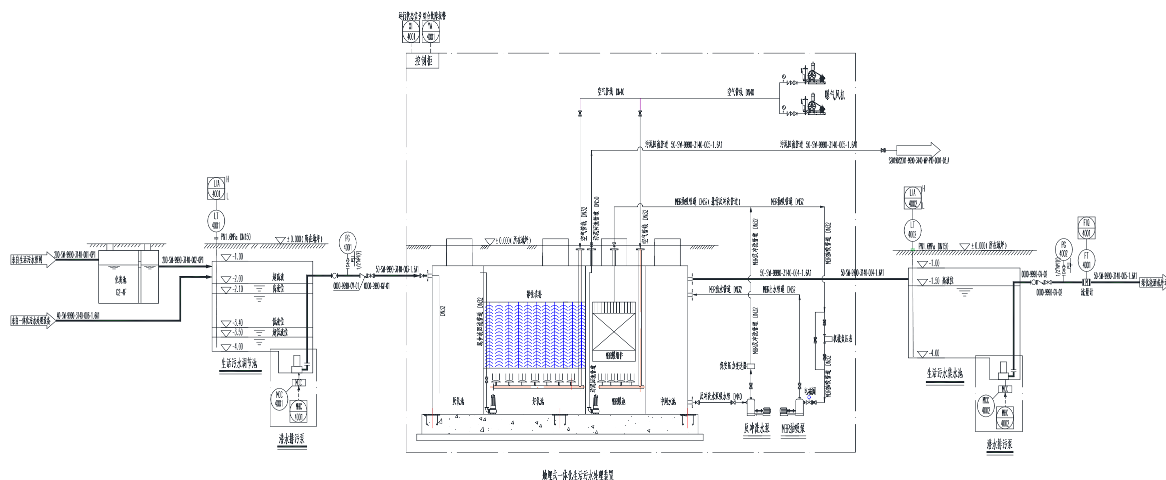


图 8.3-1　生活污水处理工艺流程图

3 座增压站场生活污水采用兼氧 MBR 膜生物处理工艺，其自带兼氧复合噬泥菌活性菌群，兼具活性污泥和膜生物法的优点，处理效果稳定，污泥量小，适合小水量的生活污水处理。根据近几年的工程实践，兼氧 MBR 膜生物处理工艺处理后的水质能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)的相关要求，可回用于站场绿化和道路浇洒，其处理效果优于接触氧化法、A-O 法等传统处理工艺。

本项目站场生活污水经管道收集后进入化粪池进行预处理，化粪池出水经污水调节池均质均量后提升进入 MBR 地埋式一体化生活污水处理装置($0.5m^3/h$)，处理后污水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2020)中的城市绿化标准后，暂存于站内生活污水集水池(3 座站场均新建 $30m^3$)，用于站内绿化，不外排，多余污水拉运至附近生活污水处理厂处置。

2)　事故状态下

正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输运的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，采用外防腐层和强制电流阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，正常运营期对穿越河流不会造成影响，对周边水环境基本无任何影响，仅在发生泄漏事故的状态下才会对地表水环境造成污染影响。管线穿越河流时埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内，即使发生破裂事故，其泄漏的天然气会慢慢的泄漏到大气中，对大气环境

造成一定的影响，对水质的影响较小。此外，管道的维修和维护产生的铁屑等固体杂质处理不当，将会对地表水环境造成短期的影响。

3） 结论

综上所述，本工程各站场在运行期均能依托处理设施采取有效处理，对周边地表水环境造成影响很小。

8.3.2 污染源排放量核算

本工程污染源排放贡献量主要为运行期各站场产生的生活污水。其中，新建内江注入站为无人值守站，无生活污水产生，对污染源排放无贡献，其余各站污染源产生量情况详见表 8.3-4。

表 8.3-4 各站场污染源产生量核算

站场名称	污水量 m^3/d	污染物种类	排放量情况		
			排放浓度	排放量	排放性质
威远首站 泸县首站 铜梁压气站 (各站均 3.6m³/d)	10.8	COD	50mg/L	0.54×10^{-3}t/d	利用站场新建污水处理系统，处理达标后，用于站内绿化，多余污水拉运至附近生活污水处理厂处置。
		BOD_5	10mg/L	0.108×10^{-3}t/d	
		SS	10mg/L	0.108×10^{-3}t/d	
		氨氮(以 N 计)	5mg/L	0.054×10^{-3}t/d	
		石油类	1mg/L	0.0108×10^{-3}t/d	

由表 8.3-4 可知，本工程站内生活污水产生量 3942t/a，处理达标后用于站内绿化，多余污水拉运至附近生活污水处理厂处置，不外排。其中 COD $\leq197.1\times10^{-3}$t/a，$BOD_5\leq39.42\times10^{-3}$t/a，SS$\leq39.42\times10^{-3}$t/a，氨氮$\leq19.71\times10^{-3}$t/a，石油类$\leq3.942\times10^{-3}$t/a。

8.4 小结

1） 本项目穿越 6 处大中型河流，4 条河流均采用了非开挖方式，其余 2 条河流因穿越处地形、地貌状况或设计规范等多方因素的限制，不具备非开挖方式施工条件。根据同类项目类比可知，在采取有效的减缓措施前提下，非开挖穿越施工不会对穿越水体产生直接影响；开挖沟埋施工方式过程中的对水体产生的较小影响也将随着施工期的结束而消失。

因此，施工期本工程对地表水环境的影响是可以接受的。

2） 本项目站场生活污水产生量很小，依托站内处理设施，均可达标处理，对周围环境基本无影响。因此，只要加强管理，对各站场生活污水处理系统的依托是可行的。

因此，运行期本工程对地表水环境的影响是可以接受的。

9 地下水环境影响评价

9.1 管道沿线地质条件

本工程地处四川盆地南部和东部，南接云贵高原，向西逐渐向川中丘陵区过渡。地域内江河众多，线路地势沿河流、山脉起伏，形成南北高、中间低，从南北向长江河谷倾斜，构成以山地为主的地貌景观。线路在四川、重庆段内呈现特点为地势较低，大多为海拔300m～400m的丘陵。

9.1.1 管道沿线地层概况

9.1.1.1 四川段

四川段管线沿线线路区域出露的地层岩性主要为第四系松散堆积层，下伏侏罗系地层，出露主要地层简述见表9.1-1。

表9.1-1 管道沿线四川段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
泸县县段	侏罗系中统上沙溪庙组(J^2_{2s})：泥岩夹砂岩，砂岩占总厚20-30%，达6层～11层，不稳定。 三迭系上统须家河组(T_{3xj})：砂岩、页岩夹煤层。砂岩占60%。
隆昌市段	侏罗系中下组自流井组(J_{1-2z})：泥岩夹砂岩、灰岩。浅部风化带裂隙水，泉流量0.042L/s～0.9L/s，层间裂隙水单孔出水量10m³/d～100m³/d，个别达150m³/d，HCO_3-CaMg型水，矿化度0.2g/L～0.4g/L。 侏罗系中统下沙溪庙组(J^1_{2s})：泥岩夹少量砂岩。浅部风化带孔隙裂隙水，泉水流量0.01L/s～0.084L/s。构造翼部适宜地段具层间裂隙水，单孔出水量可达100m³/d。HCO_3-CaNa型水，矿化度0.14g/L～0.5g/L。 侏罗系中统上沙溪庙组(J^2_{2s})：泥岩与砂岩互层，泥岩中夹钙质结核和石膏脉，多组成宽缓起伏的中丘地形，风化带孔隙裂隙水，分布普遍，井泉流量0.014～0.064L/s，单孔出水量10m³/d～100m³/d。构造翼部具层间裂隙水，永川东单孔出水量达500m³/d。HCO_3-Ca、HCO_3-NaCa型水，矿化度0.3～0.5g/L。
东兴区段	侏罗系中统遂宁组(J_{2sn})：泥岩夹不稳定薄层粉砂岩，含石膏及钙质结核，易风化，并有溶蚀孔洞，组成缓丘谷宽的浅丘和中丘地形。风化带孔隙裂隙水，井泉流量0.014L/s，安岳周礼场附近单孔出水量100m³/d～300m³/d。HCO_3-Ca型水为主，矿化度0.32g/L～0.77g/L，往下矿化度增高，渐变为SO_4-NaCa型水。 第四系全新统(Q_h)：冲积粘质砂土及砂砾卵石层，零星分布于漫滩及一级阶地上。孔隙潜水、水量0.004L/s～0.04L/s，HCO_3-CaNa型水，矿化度0.16g/L～0.44g/L。 第四系更新统(Q_p)：冰水堆积，砂质粘土及砾石层，零星残存于淮江济江高阶地上，基本无水。

续表 9.1-1　管道沿线四川段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
威远县段	侏罗系上统蓬莱镇组(J_{3p})：岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为175m。与下伏遂宁组呈整合接触。分化带孔隙裂隙水，泉流量0.01L/s～0.05L/s，以HCO_3-Ca型水为主，矿化度0.2g/L～0.48g/L。
市中区段	侏罗系中统上沙溪庙组(J^2_{2s})：棕红、紫红色泥岩与不稳定的长石石英粉细砂岩互层。泥岩中夹有钙质结核及石膏脉，其中上部较下部为多。砂岩单层厚1-4m，其总厚度略比泥岩少，为42%。底部嘉祥寨砂岩为浅灰、黄灰色厚层块状中粒长石砂岩。本层在大足十万场一石马场出露完整，厚1076.92m。与下伏下沙溪庙组呈整合接触。风化带孔隙裂隙水，分布普遍，井泉流量0.014L/s～0.064L/s，单孔出水量10m^3/d～100m^3/d。构造翼部具层间裂隙水，永川东单孔出水量达500m^3/d。HCO_3-Ca、HCO_3-NaCa型水，矿化度0.3g/L～0.5g/L。
安岳县段	全新统(Q_h)：分布在河漫滩及一级阶地上，前者为灰褐色粉细砂及砾卵石层，厚0m～14m，后者上部为灰褐色粘质砂土，下部为砂砾石层，厚0m～16m。 侏罗系上统蓬莱镇组(J_{3p})：安岳兴隆场至大足青龙场一带，岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为175m。与下伏遂宁组呈整合接触。

9.1.1.2　重庆段

重庆市内地层以沉积岩为主，出露地层较齐全，自青白口系至第四系均有出露，其厚约10400m～15870m。境内管道沿线地层岩性见表9.1-2。

表 9.1-2　管道沿线重庆段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
大足区段	位于新华夏系构造带四川沉降带中部。属川中褶带，主要为龙女寺旋卷构造所占，展布全区。 蓬莱镇组(Jsp):分布于区北部安岳兴隆场至大足青龙场一带，岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为 175m。与下伏遂宁组呈整合接触。 遂宁组(J2sn)：岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚一般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩。
潼南区段	遂宁组(J2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚-般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚 104m～250m。 沙溪庙(J2s)：上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。
铜梁区段	遂宁组(J2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚一般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚 104m～250m。 沙溪庙(J2s)：上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩。 下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。

9.1.2 管道沿线构造概况

9.1.2.1 四川段

管道沿线经过区域所处大地构造上属扬子准地台(I级构造单元)的次级构造(IⅡ级构造单元)四川台坳，三级构造单元属川中台拱区，区内构造褶皱多为穹隆、短轴背斜和鼻状构造。出露的中生代地层主要为侏罗系。

据调查，管道沿线经过区域未发现大的断裂构造，地震活动弱，属于基本稳定区。管道沿线经过地质构造运动对管道建设影响小。

9.1.2.2 重庆段

重庆段位于杨子准地台，西部为四川台拗东部边缘，中部为川东南褶皱束，东北部为大巴山台缘褶断带，东南部为上杨子台褶带。重庆市中西部为平行的梳状弧形复式褶皱。华蓥山背斜隆起最高，核部有下古生界寒武系地层出露，其余一般为三叠系，少数为二叠系地层。

华蓥山、铜锣山、明月峡三条长背斜地带，呈紧密束状褶皱，背斜隆起高而窄，向斜相对宽阔。这三条背斜向南渐次分枝，形成渐趋低落的帚状褶皱群。明月峡以东至方斗山为一系列弓弧形背斜圈闭的较为开阔的椭圆形的向斜盆地。川东条形褶皱带主要是水平挤压力作用下形成的。因此，在不对称背斜的陡翼，箱状背斜的肩部，梳状背斜的顶部和翼部由陡到缓的急变带，常发生走向压性，压扭性断裂和局部小规模横切断裂。

根据区域地质资料，管道沿线经过的主要断裂分布有两处，具体情况如下：

1) 华蓥山基底断裂

该断裂北起达州北、向南西经大竹、邻水、合川、铜梁、荣昌至宜宾南，长约460km，是四川盆地内规模最大的断裂带。断裂带总体走向北40°～45°东，倾向南东，倾角30°～70°，具挤压逆冲性质。在地表，断裂表现为沿一系列背斜轴部延伸、断续出露而规模不大的压性或压扭性断层，长度多在几千米至几十千米，构成华蓥山断裂带。规模最大的地表断裂在华蓥山天池、宝顶一带，连续出露长度达50km以上。断裂晚更新世以来无明显的活动性，且以蠕滑活动方式为主。该段断裂曾发生过多次5级左右的地震，如公元前26年宜宾一带5级地震，1610年高县庆符5级地震，荣昌附近多次5级地震等，小震亦沿断裂密集成带分布，表明该段断裂现今

仍具有一定活动性。华蓥山基底断裂在地表可以比较明显的分为南段、北段和中段三段。现今地震活动是南段较强，北段和中段较弱。华蓥山基底断裂在中更新世有过活动。其中南段发生过多次 5 级～5.5 级地震，北段和中段地震活动性较弱，拟建线路由中段通过。

2） 方斗山基底断裂

该断裂北起万州龙泉沟，向南经方斗山，在白马附近与七曜山～金佛山断裂带交汇。地表由 5 条～6 条断裂呈右阶雁行式排列组成的方斗山断裂带。这些断裂主要发育于二叠系～三叠系中，最大断距达 700m，长度大于 130km，为压性逆冲断层。沿断裂带中、小地震活动频繁，在石柱县茶园附近于 1979 年 8 月先后发生过 3.0 级地震和 3.8 级地震，之后于 1987 年 7 月 2 日在原地又发生 4.4 级地震，2004 年 11 月 21 日在石柱发生 ML4.6、2005 年 2 月 11 日再次发生 ML4.2 级地震。

9.1.3 管道沿线水文地质条件

地下水赋存特征由于受地质构造、岩性、风化作用和地形地貌等因素影响，地下水的成因类型、分布与埋藏条件各不相同。根据含水层介质特征，地下水赋存条件、水动力特征及其富水性和透水性的不同，管道沿线地下水类型主要分为松散岩(土)类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水、基岩裂隙水、碎屑岩裂隙水。

9.1.3.1 四川段

根据地下水的含水介质特征、赋存条件与分布，四川段管道沿线主要分布第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。管道沿线水文地质见图 9.1-1。

1） 第四系松散岩类孔隙水

第四系松散岩类孔隙水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5m～5m，该类地下水埋藏浅，对管道建设影响表现为对管沟开挖困难和斜坡的稳定性有影响。

2） 基岩裂隙水

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。含水岩组从新近系至震旦系皆有，以侏罗系、白垩系砂岩为主。碎屑岩类孔隙裂隙水按地下水赋存空间性质及水动力特征可分为裂隙水，可溶性溶孔(洞)裂隙水和层间裂隙水，具体如下：

(1) 裂隙水

该裂隙水以风化带裂隙含水为主，含水带厚度一般 30m～50m，富水程度极不均一，普遍贫水，单井涌量小于 100m³/d，泉流量 0.01L/s～0.51L/s，水质良好。在裂隙发育的向斜轴部、背斜缓翼、倾没端等谷丘地段单井涌水量可达 100m³/d～500m³/d。

(2) 可溶性溶孔(洞)裂隙水

该含水岩组主要由新近系、白垩系、侏罗系的富含钙质、膏盐层的砾岩、红色砂岩组成。富水程度视溶孔发育程度而定，因此富水程度不均，水位埋深 0m～10m，部份承压甚至自流，一般单井涌水量 100m³/d～1000m³/d，泉流量 1L/s～10L/s，最大暗河流量达 56.8L/s，属中等富水-富水。

(3) 层间裂隙水

该含水岩组由白垩系和上三叠统须家河组砂岩夹页岩、泥岩及煤层等组成，厚度大而稳定。一般为承压水，初始水头高，而后递减，含水层顶板埋深 24m～40m。成都东部台地白垩系夹关组含水层顶板埋深可达 100m～250m，富水性一般较好，单井涌水量 100m³/d～300m³/d，在背斜缓翼局部地段单井涌水量大于 1000m³/d。

基岩裂隙水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度受地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3m～30m，主要以泉

(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

1: 500000

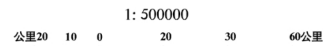


图 9.1-1　四川和重庆段管道沿线区域水文地质

9.1.3.2　重庆段

重庆段管道沿线地下水可分为碳酸盐岩类岩溶水、基岩裂隙水和松散岩类孔隙水三类。碳酸盐岩类岩溶水主要呈条带状分布于背斜山区，地下水资源丰富，但分布面积小；基岩裂隙水广布于向斜丘陵区，地下水资源贫乏，但埋藏浅，易于开发；松散岩类孔隙水仅零星分布于长江、嘉陵江、涪江等江河两岸阶地、漫滩区及梁平、垫江等山间平坝区，分布面积小，水量不大。管道沿线水文地质见图 9.1-1。

管道沿线地下水主要接受大气降水的补给，地下水运动受构造、地层岩性及地貌条件的严格控制。受长江、嘉陵江及其支流水文网切割影响，碳酸盐岩类岩溶水及碎屑岩类孔隙裂隙水主要在含水层露头区接受大气降水的补给，主要顺构造线方向径流，排泄于长江及其支流；红层碎屑岩类裂隙水循环特征较为复杂，受局部因素影响较大，特别是受地形条件的控制突出，一般以就地补给，就地排泄为其特征。松散岩类孔隙水分布零星，沿江分布地带地表水、地下水相互转化，地表水又以垂直蒸发形式补给大气降水。

1）　碳酸盐岩类岩溶水

该类地下水主要分布在盆周山地及平行岭谷各背斜轴部，地下水赋存于三叠系、二叠系、奥陶系、寒武系、震旦系及南华系碳酸盐岩地层中。是重庆地下水中最丰富的一类，但碳酸盐岩裂隙溶洞含水层富水性极不均一，富水性受地层岩性、地貌、水文网、岩溶发育程度等多种因素影响，富水性差异极大。按水文地质条件又可分为槽谷型岩溶水和垄脊山地型岩溶水两亚类。

(1)　槽谷型岩溶水

槽谷型岩溶水主要为裸露型分布于岩溶槽谷区，含水岩组岩性主要为石灰岩、白云质灰岩及少量泥灰岩、泥岩、石膏层，在其相应层位处多呈角砾状石灰岩。

该类型水分布于铜梁、合川、渝北、永川、江津、巴南、璧山、开县、梁平、忠县等县(市)境内的沥鼻峡、温塘峡、观音峡、铜锣峡、明月峡、西山、新店子、花果山、南温泉、桃子荡、丰盛场、假角山、黄泥塘、方斗山等背斜轴部的岩溶槽谷中。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐

岩中，地貌上呈现“一山一槽二岭”或“一山二槽三岭”的地貌景观，称为典型的“川东型”岩溶地貌。槽谷由碳酸盐岩组成，延伸方向与构造线一致，呈北北东向展布，延伸可达数十千米，槽谷宽一般 1km～3km。按岩溶槽谷底部与红层丘陵区相对高差分为“低位槽谷”和“高位槽谷”，前者相对高差小于 50m，后者大于 50m，其地下水的埋藏、富水性等均有所差异。

① 高位槽谷岩溶水

该类岩溶水分布在各背斜轴部构造高点分水岭地段，如沥鼻峡、观音峡、温塘峡、铜锣峡、明月峡等均属高位岩溶槽谷。槽谷底标高多在 400m 以上。该类岩溶水的特征：分布位置高，汇水面积大，岩溶发育极不均一，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于 10m。槽谷中的岩溶现象有溶洞、漏斗、落水洞、洼地、暗河、岩溶泉等，谷底第四系覆盖较厚，暗河多顺槽谷延伸方向发育。洼地中有泉水出露，边缘多漏斗、落水洞发育，吸收地面水，或为大泉、暗河的主要补给源。含水岩层的富水程度受槽谷四周圈状的影响，差异较大。其中以四周圈闭良好的岩溶槽谷富水性最好，如江津市的临峰槽谷，永川市新店子槽谷，铜梁县岚峰槽谷等，渗入系数可达 0.8 左右，地下水丰富，钻井取水，单井涌水量可达 1000m^3/d 以上，是良好的供水源地。四周圈闭较好的岩溶槽谷，富水性中等，单井涌水量 500m^3/d～1000m^3/d 之间，渗入系数 0.5 左右。四周圈闭较差的槽谷岩溶发育极不均一，富水性差，渗入系数一般小于 0.3，单井涌水量一般小于 500m^3/d。

② 低位槽谷岩溶水

该类岩溶水主要分布在沙坪坝区青木关，合川市三汇坝以及万盛区万盛场等地。槽谷底标高 250m～300m，谷底低平宽阔，四周圈闭较好，第四系覆盖薄，汇水面积大，岩溶发育程度较均一，槽谷边缘多出露暗河。谷中有纵横向河流，地下水埋藏浅，一般小于 10m，宜用钻井开采地下水，钻孔涌水量一般大于 1000m^3/d 以上，是具供水意义的水源地。低位岩溶槽谷是岩溶水的富水地段。岩溶水除接受大气降水补给外，还接受来自槽谷外围的地下水和地表水补给，故含水丰富。

(2) 垄脊山地型岩溶水

该类岩溶水分布于中、低山区，即重庆市的东南部和东北部地区，碳

酸盐岩类地层大面积出露，地下水主要储存于二叠系至寒武系碳酸岩地层中，该类地层受构造控制，多呈带状或环状展布。该类岩溶水的特征是：岩溶发育极不均一，沟谷切割深，排泄条件好，大泉、暗河多，但动态变化极大。大泉、暗河流量一般 10L/s～100L/s，垄脊山地区开采地下水宜引泉水、引暗河为主，钻井取水，单井涌水量一般小于 500m³/d。岩溶水储存于溶洞、暗河管道溶隙中，主要接受大气降水补给，其流量动态与降水关系极为密切，动态变化大，年变化幅度达 10 倍～100 倍，属动态极不稳定的地下水。

2) 基岩裂隙水

该类地下水泛指埋藏在沉积岩和部分变质岩(除沉积岩中碳酸盐岩和红层外)孔隙裂隙中的地下水，地表的浅部普通有优质潜水，其下还存在微承压，高水头的层间裂隙水。含水岩组自白垩系至青白口系不连续分布，在重庆市中、西部丘陵区及平行岭谷区，以白垩系、侏罗系、三叠系为主；东南部和东北部中、低山区志留系分布较为普遍，局部地段还有泥盆系、寒武系、震旦系、南华系和青白口系。平面分布上，本类地层主要分布于东北、东南部中低山区和中部平行岭谷区，在两区内有大面积出露；西部丘陵区呈条状零星分布。

从地下水赋存空间的性质及水动力特征来看，本类地下水还可分为三个亚类，即碎屑岩类孔隙裂隙水、风化带网状裂隙水和红层碎屑岩类裂隙水。

(1) 碎屑岩类孔隙裂隙水

该亚类地下水分布在各背斜山脉两侧，地下水储存在三叠系须家河(二桥)组砂岩裂隙中，须家河组为一套以砂岩为主，间夹页岩，炭质页岩、煤层的地层，砂岩占本地层总厚度的 75％以上，地形上为长垣状单斜山，相对高差达数百米，在地质构造上形成典型的自流斜地储水构造，砂岩裂隙发育，为主要含水层。该类地下水有以下基本特征：含水层岩性为砂岩，具有厚度大，延伸远，分布稳定、具承压性，地下水储存深度一般在 150m～250m 之间。富水性受岩层产状、构造、裂隙、岩性、植被等因素影响，大量资料说明，一般构造翼部较倾没端好，而缓翼又较陡翼好。在岩层倾角小于 45° 的地段，单孔涌水量一般在 500m³/d 以上，最大可达 1000m³/d 以

上，如方斗山背斜北西翼一钻孔，孔深在 101.80m 时，降深在 2.63m，涌水量为 1036.54m^3/d。富水性较好的地段有新店子背斜北段，西山背斜北段东翼，花果山背斜南段，铜锣峡背斜南段西翼等。当岩层倾角大于 45°以上时，岩层富水性中等，单孔涌水量 100m^3/d～500m^3/d，条件适宜地段可大于 500m^3/d。箱状砂岩(即背斜核部未出露岩溶水的)，水量更小，单孔涌水量一般小于 100m^3/d。

该亚类地下水分布在各背斜山脉两侧，地下水储存在砂岩裂隙中，含水层顶、底板均有隔水层夹持，在地质构造上形成典型的自流斜地储水构造。

(2) 风化带网状裂隙水

该亚类地下水主要储存于中、低山区泥盆系、志留系、寒武系、震旦系、南华系、青白口系的砂岩、页岩及变余砂岩、板岩的浅部风化裂隙中，地层中构造裂隙不发育，地表泉水多为 0.01L/s～0.1L/s，在秀山西南的前震旦系板溪群地层，泉多产自变余砂岩裂隙中，泉流量可达 0.3L/s～2.5L/s。本类地下水富水性除受岩性影响外，微地貌因素很重要，水质属低矿度淡水。

(3) 红层碎屑岩类裂隙水

该亚类地下水广泛分布于红层丘陵地区，以潼南、大足、铜梁、合川、綦江、长寿、丰都、万州等区县(市)分布最广泛。地下水储存于侏罗系白垩系地层中，含水岩组包括珍珠冲组、自流井组、新田沟组、沙溪庙组、遂宁组、蓬莱镇组、夹关组等。砂岩裂隙含水，含水多在地下 150m 以内，地下水位一般埋藏较浅，部分自流。是多个互不联系的层叠结构，富水性较不均一，有随深度增加而减弱的规律。

在向斜翼部，岩层倾角 30º～70º，砂岩、泥岩呈互层状，一般侏罗系有十余层砂岩，单层厚 10m～30m，形成多个层间含水层，每一层含水层具有独自的补、径、排系统，相互间无水力联系。据大量钻探资料证实：地下水埋藏浅，普遍具承压性，钻孔涌水量一般 100m^3/d～300m^3/d，条件较好的地段单孔涌水量 300m^3/d～500m^3/d，个别地段(如北碚区歇马场、大足)，单孔涌水量可达 1000m^3/d 以上。向斜轴部的谷丘地区，岩层倾角 10°～30°，呈缓倾斜叠置。单孔涌水量一般在 100m^3/d～300m^3/d。

在平行岭谷区中的向斜轴部本层地下水主要储存在侏罗系遂宁组、蓬莱镇组以及白垩系夹关组地层中，在丘陵区则主要储存在侏罗系上沙溪庙组，遂宁组和蓬莱镇组地层中。两区的本亚类地下水含水层岩层产状倾角小于 10° 或近于水平，地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为 10m～30m。泉水多在砂岩底部与泥岩接触面或丘坡以下降泉的形式排泄，一般流量较小，以 0.001L/s～0.05L/s。单孔涌水量一般小于 100m^3/d。

该类地下水的特点是水量较贫乏，但分布广泛，与红层丘陵地区人民生活关系密切。

3） 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水零星分布在长江、嘉陵江、涪江等江河两岸的漫滩、阶地区，以及垫江、梁平山间盆地区。地下水主要储存在砂卵石层中，分布面积小，含水层厚 10m～20m，单孔涌水量 100m^3/d～300m^3/d，具小型供水意义。涪江右岸一级阶地含水层为砂砾卵石层，厚 19.43m，单孔涌水量 385m^3/d；又如位于涪江左岸一级阶地供水钻孔，砂砾卵石层厚 9.8m，单孔涌水量 220m^3/d。分布面积较大的漫滩，可用大井取水，水量可达 1000m^3/d 以上，是沿江城镇、厂矿解决生活、生产用水的较好水源地。二级阶地至六级阶地多为基座阶地，岩性为粘土夹砾卵石，透水不含水，一般无供水意义。

重庆境内管道沿线地下水补给来源主要为大气降水，故地下水水位、水量、水质以及水温的动态都直接随大气降水而变化。但是不同地下水类型的动态仍有一定差异，孔隙水一般埋藏较浅，季节变化大，动态受降雨及地表水影响。裂隙孔隙～裂隙水由于其渗透性较弱，动态变化一般不大，水位变幅 1.0m～6.1m。裂隙水与前者基本相似，由于地形等因素，变幅较大，最大为 10m 左右，构造裂隙水动态则较稳定，多属稳定型。岩溶水的动态显著受降水控制，变化快而大，多属不稳定～极不稳定型。

管道沿线地下水水质具有水化学类型多、矿化度低、多酸性及弱碱性、极软至微硬水等特征。

9.2 管道沿线地下水环境保护目标

本项目为线性输气管道工程，大部分为一般管道工程，部分区域设置站场及阀室。线性工程以工程边界两侧向外延伸200m，作为调查评价范围；穿越饮用水源准保护区时，调查评价范围应至少包含水源保护区；线性工程站场的调查评价范围确定依据公式以及查表法(表9.2-2)。本次评价等级一般管道属于三级评价。

$$L=\alpha\times K\times I\times T/ne$$

式中：L—下游迁移距离，m;

α—变化系数，α≥1，一般取2；

K—渗透系数，m/d，参照导则附录；

I—水利坡度，无量纲；

T—质点迁移天数，取值不小于5000d；

n_e—有效孔隙度，无量纲。

采用该方法时应包含重要的地下水环境保护目标，所得的调查评价范围如图所示。

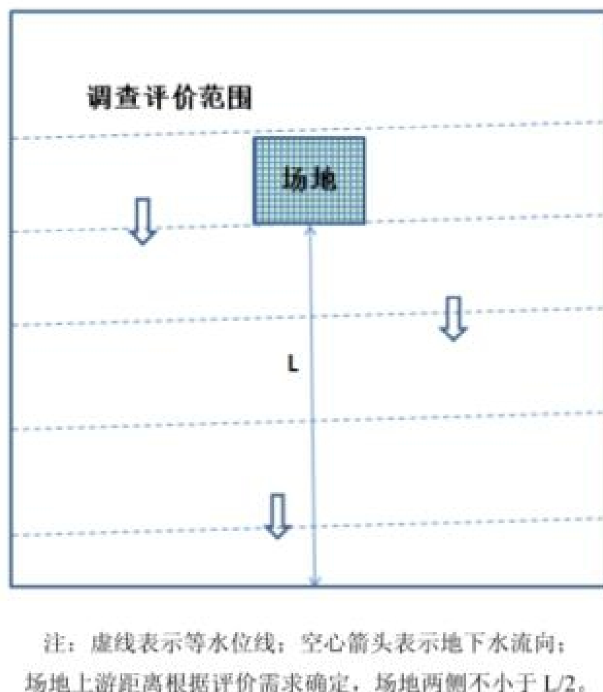


图9.2-1 调查评价范围示意图

表 9.2-1 地下水环境现状调查评价范围参照表

站场	渗透系数	水力坡度	有效孔隙度	下游迁移距离
威远首站	5.7	0.0085	0.3	1615
泸县首站	6	0.009	0.3	1800
内江注入站	12	0.0085	0.3	3400
铜梁压气站	10	0.005	0.2	2500

表 9.2-2　地下水环境现状调查评价范围参照表

评价等级	调查评价面积(km^2)	备注
一级	≥20	应包括重要的地下水环境保护目标，必要时适当扩大范围。
二级	6-20	
三级	≤6	

根据上述调查评价范围，管道沿线分布有 125 处(2194 眼)分散水井及泉，涉及井、泉数量 1194 口，其中位于管道上游有 71 处(601 眼)，位于管道下游 53 处(593 眼)。其基本情况详见表 9.2-3。

表 9.2-3　管道沿线近距离分散水井统计

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC001	105.267	29.667	四川省	内江市东兴区白合镇破马村3组	机井	0.3	18	3	4户15人	管线右侧约70m，位于管线下游	3
DC002	105.264	29.666	四川省	内江市东兴区白合镇破马村5组	大口井	1	18	2	20户70人	管线右侧约100m，位于管线下游	20
DC003	105.233	29.655	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村5组	大口井	1	8	3	10户35人	管线左侧约100m，位于管线下游	10
DC004	105.228	29.649	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村6组	大口井	1	8	3	80户317人	管线左侧约150m，位于管线下游	52
DC005	105.206	29.642	四川省	内江市东兴区柳桥镇龟山村1组	大口井	1	8	2	3户10人	管线左侧约100m，位于管线下游	3
DC006	105.150	29.637	四川省	内江市东兴区田家镇红坝村3组	机井	0.2	20	2	23户68人	管线右侧约100m，位于管线下游	13
DC007	105.131	29.653	四川省	内江市东兴区田家镇狮沟村1组	大口井	1	6	0.5	20户41人	管线左侧约130m，位于管线下游	13
DC008	105.089	29.658	四川省	内江市东兴区双才镇水大田村9组	大口井	1	8	1	27户64人	管线右侧约90m，位于管线下游	20
DC009	105.083	29.660	四川省	内江市东兴区双才镇水大田村4组	大口井	1	8	1	9户35人	管线右侧约55m，位于管线下游	4
DC010	105.017	29.681	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村10组	机井	0.2	28	7	12户37人	管线左侧约80m，位于管线下游	10
DC011	105.008	29.680	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村2组	机井	0.2	28	7	16户48人	管线左侧约40m，位于管线下游	16
DC012	105.316	29.170	四川省	泸州市泸县富集镇沙土村9组	机井	0.1	20	4	34户79人	管线右侧约70m，位于管线下游	34
DC013	105.316	29.157	四川省	泸州市泸县富集镇沙土村6组	大口井	3	40	15	4户13人	管线右侧约90m，位于管线下游	4
DC014	105.314	29.150	四川省	泸州市泸县富集镇代桥村3组	机井	0.15	80	3	15户52人	管线左侧约150m，位于管线下游	15
DC015	105.315	29.140	四川省	泸州市泸县玉蟾街道神龙村13组	机井	0.12	80		30户120人	管线右侧约50m，位于管线下游	30
DC016	105.359	29.255	四川省	泸州市泸县嘉明镇葛林湾村3组	机井	0.3	40	3	20户71人	管线右侧约55m，位于管线下游	14
DC017	105.347	29.239	四川省	泸州市泸县嘉明镇罗桥村2组	机井	0.2	30	3	6户23人	管线右侧约55m，位于管线下游	6
DC018	105.219	29.644	四川省	内江市东兴区柳桥镇双坝村7组	大口井	0.8	7	2.5	2户4人	管线左侧约130m，位于管线下游	1
DC019	105.160	29.638	四川省	内江市东兴区田家镇花园村4组	大口井	1	8	3	7户25人	管线左侧约75m，位于管线下游	4
DC020	105.148	29.646	四川省	内江市东兴区田家镇红坝村2组	机井	0.2	17	2	3户7人	管线左侧约70m，位于管线下游	2

续表9.2-3 管道沿线近距离分散水井统计

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC021	105.028	29.680	四川省	内江市东兴区富溪镇田溪口村8组	机井	0.2	28	4	5户15人	管线左侧约110m，位于管线下游	5
DC022	105.366	29.292	四川省	泸州市泸县嘉明镇少华村7组	机井	0.2	28	3	15户49人	管线左侧约100m，位于管线下游	13
DC023	105.368	29.275	四川省	泸州市泸县嘉明镇双河口村4组	机井	0.2	33	6	5户17人	管线右侧约170m，位于管线下游	4
DC024	105.365	29.261	四川省	泸州市泸县嘉明镇双河口村6组	机井	0.3	30	8	9户25人	管线左侧约80m，位于管线下游	5
DC025	104.971	29.649	四川省	内江市市中区史家镇牛桥村12组	大口井	1	4.5	1.5	15户40人	管线右侧约70m，位于管道下游	15
DC026	104.967	29.645	四川省	内江市市中区史家镇干田湾村7组	大口井	1	10	3	10户35人	管线右侧约30m，位于管道下游	10
DC027	104.940	29.608	四川省	内江市市中区龚家镇桐梓村12组	机井	0.26	40	10	18户73人	管线右侧约85m，位于管道下游	18
DC028	104.927	29.595	四川省	内江市市中区全安镇湾桥村1组	大口井	1	10	2	35户115人	管线右侧约75m，位于管道下游	35
DC029	105.289	29.111	四川省	泸州市泸县天兴镇垣山村11组	机井	1	10	8	20户120人	管线左侧约125m，位于管道下游	20
DC030	105.287	29.106	四川省	泸州市泸县天兴镇场口村3组	机井	0.12	60	10	10户37人	管线左侧约20m，位于管道下游	10
DC031	105.259	29.056	四川省	泸州市泸县潮河镇五谷寺村8组	大口井	1	6	2	30户150人	管线左侧约40m，位于管道下游	30
DC032	105.396	29.690	四川省	内江市东兴区石子镇七星村6组	机井	0.3	15	5	5户28人	水井位于管道下游，距管道约185m	5
DC033	105.328	29.681	四川省	内江市东兴区白合镇喻家沟村8组	大口井	0.7	6	3	8户46人	水井位于管道下游，距管道约35m	8
DC034	105.320	29.684	四川省	内江市东兴区白合镇喻家沟村1组	机井	0.3	20	3	12户70户	水井位于管道下游，距管道约96m	12
DC035	105.268	29.667	四川省	内江市东兴区百合镇破马村1组	机井	0.3	20	2.5	4户17人	水井位于管道下游，距管道约60m	4
DC036	105.261	29.659	四川省	内江市东兴区百合镇破马村7组	机井	0.3	20	3	11户60人	水井位于管道下游，距管道约17m	10
DC037	105.250	29.620	四川省	内江市东兴区百合镇余家湾7组	机井	0.3	7	3	7户35人	水井位于管道下游，距管道约64m	7
DC038	105.246	29.610	四川省	内江市东兴区顺河镇罗星村6组	机井	0.3	30	4	6户29人	水井位于管道下游，距管道约80m	6
DC039	105.263	29.567	四川省	内江市东兴区顺河镇南洋村3组	机井	0.3	20	2.5	8户35人	水井位于管道下游，距管道约51m	8

续表 9.2-3　管道沿线近距离分散水井统计

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC040	105.285	29.503	四川省	内江市隆昌市建设镇古堰村8组	机井	0.3	50	30	12户65人	水井位于管道下游，距管道约145m	10
DC041	105.348	29.419	四川省	内江市隆昌市周兴镇佛洞寺12组	机井	0.3	40	8	20户100人	水井位于管道下游，距管道约108m	15
DC042	104.704	29.489	四川省	内江市威远县新店镇一品村10组	大口井	1.2	2	1	1户2人	水井位于管道右侧150m，处于管道下游	1
DC043	105.973	29.892	重庆市	铜梁区侣俸镇志和村4组	机井	0.3	15	10	7户28人	管线左侧约130m，位于管线下游	8
DC044	106.009	29.905	重庆市	铜梁区侣俸镇双福村9组	机井	0.12	18	3	7户20人	管线右侧约110m，位于管线下游	8
DC045	106.187	29.886	重庆市	铜梁区旧县街道四龙村16组	大口井	1	50	1	6户14人	管线右侧约10m，位于管线下游	6
DC046	106.244	29.899	重庆市	铜梁区旧县街道箭高村6组	机井	0.2	18	4	4户11人	管线左侧约60m，位于管线下游	5
DC047	106.224	29.893	重庆市	铜梁区旧县街道金钟村2组	机井	0.2	18	4	5户15人	管线右侧约50m，位于管线下游	5
DC049	105.791	29.849	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村1组	大口井	0.8	6	1	4户17人	管线左侧约50m，位于管线下游	1
DC050	105.707	29.792	重庆市	大足区中敖镇金盆村8组	大口井	1	7	2	7户20人	管线右侧约60m，位于管线下游	7
DC051	105.699	29.785	重庆市	大足区中敖镇金盆村3组	大口井	1	7	2	1户3人	管线右侧约150m，位于管线下游	1
DC052	105.888	29.879	重庆市	潼南区寿桥镇三教村5组	大口井	1	12	1.5	3户7人	管线右侧约38m，位于管线下游	2
DC053	105.869	29.876	重庆市	铜梁区平滩镇玉龙村4组	大口井	1	15	2	5户14人	管线右侧约52m，位于管线下游	5
DC054	105.783	29.844	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村2组	大口井	1	6	1	4户13人	管线右侧约60m，位于管线下游	4

9.3 地下水污染调查

管道沿线工业程度不高，对地下水污染较小，根据本次现场调查，管道沿线地下水污染源主要包括生活污染源和农业污染源。

9.3.1 生活污染源

生活污染源主要分布在村民居住区，主要的污染物为生活垃圾、粪便。生活垃圾以家庭为单位定期进行处理，产生污染较小；粪便均采用粪池存储作为农家肥使用，对地下水污染小，污染物特征因子因为一般包括 COD、氨氮等。

9.3.2 农业污染源

农业污染源主要分布在农田附近，主要污染物为化肥残留物，但使用量较小，对地下水的污染小，污染物特征因子一般包括氨氮等。

9.4 管道沿线地下水开发利用现状

本工程沿线地形起伏变化大，自西向东依次主要穿越了丘陵、山地等多种地貌类型。根据现场调查，地下水开发利用方式与地形地貌和地下水赋存条件关系显著。

丘陵地区：工程沿线先后穿越了川中南红层丘陵、川西红层丘陵和渝西红层丘陵区。川中南红层丘陵、川西红层丘陵和渝西红层丘陵区地下水多为分散开采，农村地下水开采方式以大口径土井或压水井为主，由于地下水埋深浅，开采深度多在 10m 以内，开采量小，基本 1 户 1 井或 2～3 户合用 1 口井，“红层找水”等项目施工的机井深度在 25m～35m，个别机井深度达到 50m。红层丘陵区总体地下水富水性贫乏、埋深浅，易开采。在川南等大江河边的当地居民供水以地表水源为主，远离江河的居民以分散式地下水水源为主，极少数村庄以村为单位集中开采地下水。

山地地区：山地地区居民用水以分散式集水井、引泉或溪沟水为主，为地下水的天然露头或人工自掘浅井，地下水开发利用程度较低。根据市、区和县生态环境局和水利局收集显示和现场调查结果表明，当地居民多利用煤矿、石灰石等废弃矿涌水，作为乡镇集中供水水源。

9.5 管道沿线地下水环境现状监测

9.5.1 地下水水位监测

1） 监测点布设

根据《地下水环境影响评价导则 地下水环境》(HJ610-2016)的要求，三级评价项目需进行一期水位监测，水位监测点的数量应为水质监测点数量的2倍以上。本次评价共布设38个水位监测点，涵盖了各类水文地质区(四川渝西红层丘陵区，渝中平行岭谷区)，与工程相关的涉及到管道、站场、阀室、隧道进出口均布设了地下水水位监测点，监测结果基本代表了管道沿线水文地质特征。地下水水位监测点约为水质监测点的2倍，具体布点详见表9.5-1。

2) 监测时间

地下水水位监测时间分别为2021年9月～10月(平水期)和2022年1月(枯水期)。

3) 监测结果

本次评价地下水水位监测结果详见表9.5-1。

表 9.5-1　地下水水位监测点

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC001	105.411	30.275	四川省资阳市安岳县胜利乡山福村1组	1	15	1	松散岩类孔隙潜水
JC002	105.424	30.251	四川省资阳市安岳县通贤镇金刚村11组	0.8	5	1	松散岩类孔隙潜水
JC003	105.109	29.654	四川省内江市东兴区高桥镇楠桥村10组	1	7	2	松散岩类孔隙潜水
JC004	105.066	29.665	四川省内江市东兴区双才镇五龙村10组	1	18	1	松散岩类孔隙潜水
JC005	105.017	29.681	四川省内江市东兴区富溪镇田溪口村10组	0.2	28	7	松散岩类孔隙潜水
JC006	105.346	29.224	四川省泸州市泸县嘉明镇罗桥村6组	0.2	4	2	松散岩类孔隙潜水
JC007	105.326	29.196	四川省泸州市泸县富集镇大桥村2组	0.2	5	3	松散岩类孔隙潜水
JC008	105.315	29.14	四川省泸州市泸县玉蟾街道神龙村13组	0.12	80	7	基岩裂隙水
JC009	105.365	29.302	四川省泸州市泸县石燕桥镇黄牛垭村5组	0.3	50	10	基岩裂隙水
JC010	105.353	29.249	四川省泸州市泸县嘉明镇大同村2组	0.3	40	3	松散岩类孔隙潜水
JC011	105.219	29.644	四川省内江市东兴区柳桥镇双坝村7组	0.8	7	2.5	松散岩类孔隙潜水
JC012	105.028	29.68	四川省内江市东兴区富溪镇田溪口村8组	0.2	28	4	松散岩类孔隙潜水
JC013	105.368	29.275	四川省泸州市泸县嘉明镇双河口村4组	0.2	33	6	松散岩类孔隙潜水
JC014	104.982	29.655	四川省内江市市中区史家镇牛桥村6组	0.3	30	/	基岩裂隙水
JC015	104.948	29.622	四川省内江市市中区龚家镇狮阳村7组	1	11	4	松散岩类孔隙潜水
JC016	104.927	29.595	四川省内江市市中区全安镇湾桥村1组	1	10	2	松散岩类孔隙潜水
JC017	105.294	29.115	四川省泸州市泸县天兴镇垣山村10组	1	7	1	松散岩类孔隙潜水
JC018	105.262	29.073	四川省泸州市泸县潮河镇五谷寺村1组	0.3	80	40	基岩裂隙水
JC019	105.476	29.776	四川省资阳市安岳县李家镇倒流村5组	0.3	3	0.5	松散岩类孔隙潜水
JC020	105.456	29.761	四川省资阳市安岳县元坝镇天王村4组	0.3	15	7	松散岩类孔隙潜水
JC021	105.577	30.121	四川省资阳市安岳县龙台镇玉池村6队	0.8	35	8	松散岩类孔隙潜水
JC022	105.455	30.224	四川省资阳市安岳县人和乡学新村九组	0.7	14	0.5	松散岩类孔隙潜水

续表 9.5-1　地下水水位监测点

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC023	105.382	29.686	四川省内江市东兴区石子镇龙安村8组	0.3	6	1	松散岩类孔隙潜水
JC024	105.339	29.677	四川省内江市东兴区白合镇喻家沟村1组	0.3	6	1	松散岩类孔隙潜水
JC025	105.311	29.686	四川省内江市东兴区白合镇交通村6组	0.3	20	10	松散岩类孔隙潜水
JC026	105.256	29.571	四川省内江市东兴区顺河镇南洋村2组	0.3	10	2	松散岩类孔隙潜水
JC027	105.285	29.503	四川省内江市隆昌市建设镇古堰村8组	0.3	50	30	松散岩类孔隙潜水
JC028	105.348	29.419	四川省内江市隆昌市周兴镇佛洞寺12组	0.3	40	8	松散岩类孔隙潜水
JC029	105.367	29.359	四川省内江市隆昌市石燕镇四郎村2组	0.3	35	7	松散岩类孔隙潜水
JC030	104.882	29.572	四川省内江市威远县朝阳镇段家祠村8组	0.2	6.2	3.1	松散岩类孔隙潜水
JC031	104.915	29.592	四川省内江市威远县全安镇吼冲村8组	0.5	3.3	1.6	松散岩类孔隙潜水
JC032	106.009	29.905	重庆市铜梁区侣俸镇双福村9组	0.12	18	3	松散岩类孔隙潜水
JC033	106.004	29.894	重庆市铜梁区太平镇凉水村14组	0.12	40	3	松散岩类孔隙潜水
JC034	106.077	29.899	重庆市铜梁区巴川街道盘龙村6组	0.2	45	25	松散岩类孔隙潜水
JC035	106.12	29.893	重庆市铜梁区水口镇大滩村7组	0.1	20	1.5	松散岩类孔隙潜水
JC036	105.878	29.878	重庆市铜梁区平滩镇玉龙村3组	0.3	40	2	松散岩类孔隙潜水
JC037	105.849	29.994	重庆市潼南区塘坝镇店子村3组	0.3	10.2	5.3	松散岩类孔隙潜水
JC038	105.699	29.785	重庆市大足区中敖镇金盆村3组	1	7	2	松散岩类孔隙潜水

9.5.2 地下水水质现状监测及评价

9.5.2.1 监测点布设原则

根据《地下水环境影响评价导则 地下水环境》(HJ610-2016)，地下水环境现状监测点采用控制性布点与功能性布点相结合的布设原则。管道沿线地下水评价等级为三级。因此，本次地下水环境现状监测点的布设考虑项目特殊性及不同管线段的地下水环境敏感程度进行均匀布设。

9.5.2.2 监测点的布设

按照上述监测点的布设原则，结合不同管段周边地下水类型及地下水井的分布情况，共布设了分散式水源井地下水水质现状监测点 14 个，详见表 9.5-2、图 9.5-1。

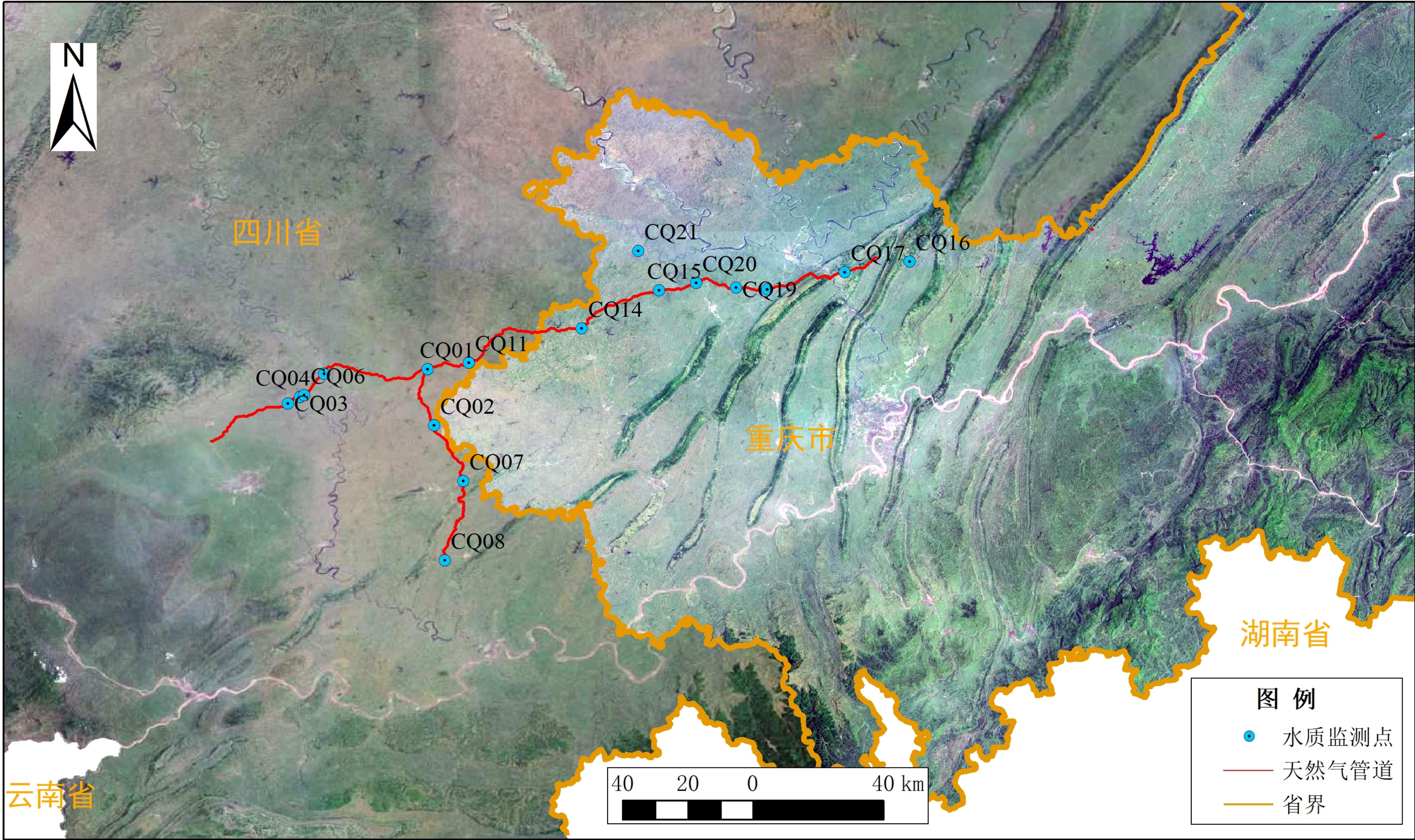


图 9.5-1 地下水环境质量现状监测点分布

表 9.5-2　地下水环境质量现状监测点基本信息

省级行政区	监测点编号	监测点位置	类型	经度	纬度	井深(m)	井径(m)	埋深(m)	地下水位(m)	地下水类型	监测层位	备注
四川	CQ01	内江市东兴区百合镇破马村 1 组	机井	105.2676916	29.66692093	20	0.3	2.5	380.371	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ02	内江市隆昌市天华乡石印村 14 组	机井	105.2855283	29.51206297	50	0.3	5	400.749	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
四川	CQ03	内江市威远县朝阳镇段家祠村 8 组	机井	104.8788472	29.57527222	6.2	0.2	3.1	350.622	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ04	内江市威远县全安镇吼冲村 8 组	机井	104.9123611	29.59341944	3.3	0.5	1.6	348.168	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ05	内江市市中区史家镇石梯村 4 组	机井	104.9818754	29.65503407	30	0.3	0	334.406	基岩裂隙水	J	分散式
四川	CQ06	内江市市中区全安镇湾桥村 1 组	大口径	104.927212	29.59510296	10	1	2	342.622	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ07	内江市隆昌市石燕镇四郎村 2 组	机井	105.3671479	29.3590904	10	0.3	4	351.391	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ08	泸州市泸县玉蟾街道神龙村 13 组	机井	105.3148234	29.14014381	80	0.12	0	309.926	基岩裂隙水	J	分散式
四川	CQ11	内江市东兴区石子镇龙安村 8 组	机井	105.3816748	29.68565269	15	0.3	5	338.461	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ14	重庆市大足区中敖镇麻杨村 10 组	大口径	105.6939809	29.78024699	2	1	1	396.091	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ15	重庆市潼南区寿桥镇三教村 2 组	机井	105.9076023	29.88485778	10	0.3	1.5	246.327	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ18	重庆市铜梁区旧县街道金钟村 15 组	机井	106.2056279	29.88789025	18	0.2	4	253.248	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ19	重庆市铜梁区水口镇大滩村 7 组	机井	106.1202425	29.8927969	20	0.1	1.5	268.359	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ20	重庆市铜梁区侣俸镇双福村 9 组	机井	106.0093761	29.90522753	18	0.12	3	310.751	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式

9.5.2.3　监测因子

本次评价监测指标共计 28 项，详见表 9.5-3。

表 9.5-3　地下水环境现状监测指标

类别	指标名称	指标个数
背景离子	K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}、Cl^-、SO_4^{2-}	8 项
基本水质因子	pH、氨氮、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发性酚类、氰化物、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、砷、汞、铬(六价)、铅、镉、铁、锰、总大肠菌群、细菌总数	19 项
特征因子	石油类	1 项

9.5.2.4　监测频次、时间

监测频次：本次评价对一般点位进行一期地下水水质监测。

监测时间：2021 年 9 月 19 日～2021 年 10 月 28 日。

9.5.2.5　评价标准

评价标准为《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准，石油类参照执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准。

9.5.2.6　评价方法

地下水水质现状评价采用标准指数法。

9.5.2.7　监测结果及评价结果

本次评价地下水水质监测结果见表 9.5-4，评价结果见表 9.5-5，超标因子分析见表 9.5-6。

表 9.5-4　地下水水质监测结果

编号	pH 值	NH_4^+(mg/L)	可溶性总固体(mg/L)	总硬度(mg/L)	耗氧量(mg/L)	挥发性酚(mg/L)	氰化物(mg/L)	氟化物(mg/L)	硝酸盐(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	六价铬(mg/L)	石油类(mg/L)	总大肠菌群(MPN/100mL)	菌落总数(CFU/mL)
CQ01	7.46	<0.01	693	385	0.60	<0.001	<0.001	0.31	41.4	0.013	<0.004	<0.01	<2	0
CQ02	7.36	<0.01	1828	871	0.66	<0.001	<0.001	1.20	1.93	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ03	7.79	0.02	657	349	1.95	<0.001	<0.001	0.38	47.1	0.01	<0.004	<0.01	<2	0
CQ04	7.30	<0.01	1068	596	2.64	<0.001	<0.001	0.58	118	0.019	<0.004	<0.01	<2	0
CQ05	8.07	<0.01	515	206	1.00	<0.001	<0.001	0.29	53.1	0.01	<0.004	<0.01	<2	0
CQ06	7.45	<0.01	679	365	0.66	<0.001	<0.001	0.36	39.5	0.006	<0.004	<0.01	<2	0
CQ07	7.92	0.06	241	90	2.75	<0.001	<0.001	0.45	10	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ08	8.66	0.04	646	26	0.94	<0.001	<0.001	2.04	4.44	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ11	7.17	<0.01	999	571	0.44	<0.001	<0.001	0.28	13.4	0.008	<0.004	<0.01	<2	0
CQ14	7.99	<0.01	830	442	1.08	<0.001	<0.001	0.26	17.5	0.009	<0.004	<0.01	<2	0
CQ15	7.25	<0.01	563	319	0.96	<0.001	<0.001	0.31	18.6	0.006	<0.004	<0.01	<2	0
CQ18	8.09	0.05	2761	1012	0.62	<0.001	<0.001	1.80	<0.08	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ19	8.14	0.04	841	473	3.60	<0.001	<0.001	0.29	190.0	0.044	<0.004	<0.01	<2	0
CQ20	7.71	0.04	646	339	1.05	<0.001	<0.001	0.28	29.2	0.051	<0.004	<0.01	<2	0

续表 9.5-4 地下水水质监测结果

编号	Cl^-(mg/L)	K^+(mg/L)	Na^+(mg/L)	Ca^{2+}(mg/L)	Mg^{2+}(mg/L)	HCO_3^-(mg/L)	CO_3^{2-}(mg/L)	硫酸盐(mg/L)	砷(mg/L)	汞(mg/L)	铅(mg/L)	镉(mg/L)	铁(mg/L)	锰(mg/L)
CQ01	14.9	2.30	16.1	113	24.9	389	<3.00	66.9	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ02	2.0	1.3	187.0	276.6	43.8	123.9	<3.00	1174	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0122
CQ03	32.7	2.8	29.8	92.6	28.7	327.7	<3.00	80.4	0.0119	<0.00005	<0.010	<0.001	0.11	<0.0005
CQ04	75.7	4.9	43.5	174.9	38.7	432.6	<3.00	160	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.05	<0.0005
CQ05	28.5	2.3	51.9	45.3	22.5	234.9	<3.00	57.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ06	26.7	1.3	32.9	74.1	43.8	389.3	<3.00	52.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ07	6.5	1.3	19.2	26.9	5.6	92.7	<3.00	40.3	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0025
CQ08	39.5	0.3	177.0	6.2	2.6	346.0	24.3	32	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ11	21.7	1.8	37.1	123.6	63.7	438.7	<3.00	276	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ14	58.3	2.31	49.8	107	42.4	371	<3.00	162.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.07	0.0028
CQ15	2.6	0.78	7.7	103	15.0	371	<3.00	26.7	0.0011	<0.00005	<0.010	<0.001	0.22	<0.0005
CQ18	5.9	2.31	417.0	385	12.5	192	<3.00	1732.0	0.0062	<0.00005	<0.010	<0.001	0.41	0.0509
CQ19	64.8	2.81	28.7	132	35.0	284	<3.00	79.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.21	<0.0005
CQ20	37.1	3.83	26.6	76	36.2	358	<3.00	52.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	0.004	0.11	<0.0005

表 9.5-5　地下水水质评价结果

编号	pH 值	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	挥发性酚	氰化物	Se	Hg	Cr^{6+}	总硬度	Pb	F	Cd	Fe	Mn	可溶性总固体	SO_4^{2-}	Cl^-	总大肠菌群	菌落总数	石油类
CQ01	0.31	0.02	2.07	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.86	1.00	0.31	0.20	0.17	0.01	0.69	0.27	0.06	0.67	0.00	0.2
CQ02	0.24	0.02	0.10	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.94	1.00	1.20	0.20	0.17	0.12	1.83	4.70	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ03	0.53	0.04	2.36	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.78	1.00	0.38	0.20	0.37	0.01	0.66	0.32	0.13	0.67	0.00	0.2
CQ04	0.20	0.02	5.90	0.02	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.32	1.00	0.58	0.20	0.17	0.01	1.07	0.64	0.30	0.67	0.00	0.2
CQ05	0.71	0.02	2.66	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.46	1.00	0.29	0.20	0.17	0.01	0.52	0.23	0.11	0.67	0.00	0.2
CQ06	0.30	0.02	1.98	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.81	1.00	0.36	0.20	0.17	0.01	0.68	0.21	0.11	0.67	0.00	0.2
CQ07	0.61	0.12	0.50	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.20	1.00	0.45	0.20	0.17	0.03	0.24	0.16	0.03	0.67	0.00	0.2
CQ08	1.11	0.08	0.22	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.06	1.00	2.04	0.20	0.17	0.01	0.65	0.13	0.16	0.67	0.00	0.2
CQ11	0.11	0.02	0.67	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.27	1.00	0.28	0.20	0.17	0.01	1.00	1.10	0.09	0.67	0.00	0.2
CQ14	0.66	0.02	0.88	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.98	1.00	0.26	0.20	0.23	0.03	0.83	0.65	0.23	0.67	0.00	0.2
CQ15	0.17	0.02	0.93	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.71	1.00	0.31	0.20	0.73	0.01	0.56	0.11	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ18	0.73	0.10	0.00	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	2.25	1.00	1.80	0.20	1.37	0.51	2.76	6.93	0.02	0.67	0.00	0.2
CQ19	0.76	0.08	9.50	0.04	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.05	1.00	0.29	0.20	0.70	0.01	0.84	0.32	0.26	0.67	0.00	0.2
CQ20	0.47	0.08	1.46	0.05	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.75	1.00	0.28	0.80	0.37	0.01	0.65	0.21	0.15	0.67	0.00	0.2

表 9.5-6　地下水环境现状水质评价超标因子统计

超标因子	超标数/个	超标率/%	超标倍数
pH	1	5.9	1.11
硝酸盐	7	41.2	1.46～9.50
总硬度	5	35.3	1.05～2.25
氟	3	17.6	1.2～2.04
Fe	1	5.9	1.37
溶解性总固体	3	23.5	1.07～2.76
SO_4^{2-}	3	23.5	1.25～6.93

从表 9.5-6 可以看出，参与评价的 21 项水质因子中，有 7 项监测因子(PH、硝酸盐、总硬度、氟、铁、溶解性总固体、硫酸盐)存在不同程度的超标。其中硝酸盐、总硬度超标率最高，超标率分别为 41.2%、35.3%，硝酸盐超标倍数最大，为标准值的 1.46～9.50 倍。具体管道沿线水质监测点评价分析如下：

1)　四川段

根据监测及评价结果，四川段 pH 值、硝酸盐、总硬度、氟、铁、溶解性总固体、硫酸盐在不同地区存在不同程度的超标。在四川段 9 个监测点中，CQ01 硝酸盐超标 2.07 倍；CQ02 总硬度、氟、溶解性总固体和硫酸盐分别超标 1.94、1.2、1.83 和 4.7 倍；CQ03 硝酸盐超标 2.36 倍；CQ04 硝酸盐、总硬度、溶解性总固体分别超标 5.9、1.32 和 1.07 倍；CQ05 和 CQ06 硝酸盐分别超标 2.66、1.98 倍；CQ08 pH 值和氟分别超标 1.11、2.04 倍；CQ09 硝酸盐、铁分别超标 2.12、1.17 倍；CQ11 总硬度、硫酸盐分别超标 1.27、1.1 倍。

2)　重庆段

根据监测及评价结果，重庆段硝酸盐、总硬度、氟、铁、溶解性总固体、硫酸盐在不同地区存在不同程度的超标。在重庆段 8 个监测点中，CQ18 总硬度、氟、铁、溶解性总固体和硫酸盐分别超标 2.25、1.8、1.37、2.76 和 6.93 倍；CQ19 硝酸盐、总硬度分别超标 9.5、1.05 倍；CQ20 硝酸盐超标 1.46 倍；CQ21 总硬度、溶解性总固体硫酸盐分别超标 1.56、1.11、1.25 倍。

通过实地调查，并结合已有资料与相关文献分析，本次管道沿线水质超标情况主要由以下原因造成：(1)地下水中硝酸盐因子超标主要原因可能

是水质超标点位附近的居民对农田耕地长期使用化肥强度过高，作物无法完全吸收，大量的氮磷化合物进入土壤，导致地下水超标；(2)总硬度超标原因可能主要是由于部分地区地下水水位埋深较浅，在强烈日照下导致潜水蒸发作用强烈，使得钙镁离子在地下水中不断累计，最终造成地下水总硬度超标；(3)硫酸盐超标主要来自岩石和土壤中的含硫矿物组分在风化和淋滤作用下转移到地下水中，引起了局部范围的地下水硫酸盐超标；(4)铁超标与地下水环境有关，在还原环境中，通过有机质的参与，土壤中的铁的氧化物经过溶滤作用被溶解，其中的高价 Fe 被还原并形成重碳酸亚铁而溶于水离解出 Fe^{2+}，随着地下水的流动，Fe^{2+}在地下水中聚集，另外，土壤母质铁、锰等元素含量较高，在水岩作用下，形成了区域地下水 Fe、Mn 富集。(5)氟化物超标结合区域地层岩性分析，地下水中氟主要来自含水围岩，在基岩地区，氟化物和含氟矿物在表生带的风化作用下发生溶解和水解作用，使得地下水中氟含量增加超标。(6)受地层环境影响，当富含钙、镁等化合物的矿物岩石，长期在地下水的氧化还原反应和水化学作用下，地下水中溶解物较多，造成溶解性总固体超标。

9.6 地下水环境影响分析

地下水环境影响主要表现在施工期生活污水以及废渣、辅料在淋滤作用下产生的废水下渗污染地下水；隧道施工过程中可能会发生突涌水现象对地下水影响；站场在运营期内产生的生活污水对地下水的影响。

9.6.1 施工期对地下水的影响分析

9.6.1.1 一般段管道施工对地下水环境影响分析

本工程管道沿线经过的地貌主要为丘陵地貌。丘陵地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水。

管道经过川渝沿线地区对地下水的影响主要发生在施工期，施工活动对地下水的影响主要为管沟开挖对地下水补径排条件以及对水质的的影响。施工活动潜在污染源有施工生活污水，管道试压废水以及施工过程中的辅料、废料在降雨条件下产生的淋滤水。

1) 管道施工对地下水补径排条件的影响

通过对管道沿线的地质、水文地质条件进行综合分析，结合线路所经地区的水文、气候特点，本工程大部分地段采用开挖沟埋敷设为主，局部

特殊穿越地段采用钻爆、定向钻、顶管等非开挖方式敷设。本工程施工管顶覆土厚度一般不小于 1.2m，管沟挖深一般地段为 2.4m；对于岩石段管顶覆土不小于 0.8m，管沟挖深不小于 2m；对于农耕地段顶管覆土不小于 1.5m，管沟挖深不小于 2.7m；对于河流小型穿越安装 50 年一遇洪水频率设计，当河床为基岩且在设计洪水下不被冲刷时，管顶应嵌入基岩深度不小于 0.5m；河床为非基岩时，管道埋设在冲刷线以下不小于 1m，且管顶埋深不应小于 2.5m；无冲刷或疏浚水域，管顶埋深不应小于 2.5m。因此，管道在一般地段最大挖深为 2.4m，河床地区管沟挖深为冲刷线以下 2.5m。

(1) 四川段管道施工对地下水补径排条件的影响

本工程管道四川段，地层以中生界侏罗、白垩系红色沉积岩砂泥岩地层(俗称“红层”)为主，地下水分布以第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类为主。

第四系松散岩类孔隙水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5m～5m 该类地下水埋藏浅。

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3m～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大。

(2) 重庆段管道施工对地下水补径排条件的影响

本工程管道重庆段，地下水以第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水三大类为主。

第四系松散岩类孔隙水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5m～5m 该类地下水埋藏浅。

基岩裂隙水广泛分布于低山丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3m～30m 主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。主要由大气降水补给，也受地表水入渗补给。径流条件受地形条件限制，一般在一定沟谷洼地中就地补给，由高向低运动，于砂岩坎下、山脚坡麓以泉的形式排泄，一般地表分水岭为地下水的分水岭。碳酸盐岩类裂隙岩溶水赋存于碳酸盐岩类中，线路主要分布于三叠系地层，岩性主要为灰岩、泥质灰岩、白云岩等。富水性不均匀，主要与岩溶发育程度有关。岩溶发育强，富水性好，岩溶发育弱，富水性差该类地下水对管道工程施工影响较小，对隧道施工影响大。

根据管道沿线水文地质条件和地下水现状调查资料，管道沿线开挖深度与潜水位埋深如表 9.6-1 所示。

根据管道沿线不同地段的水文地质条件和管沟敷设方式，在重庆段和

管道沿线的河谷地区，当地下水埋深小于2.4m时，管沟挖深大于地下水水位，施工活动将会改变地下水径流方向和排泄条件，但不会阻断地下水径流，同时对地下水水质也会产生污染；当地下水水位大于2.7m时，管沟挖深小于地下水埋深，施工作业对地下水影响很小。

表9.6-1　管道沿线管沟开挖深度、地下水埋深与浅层岩性表

序号	区段		管沟开挖深度(m)	潜水埋深	含水层岩性
1	四川省	泸县段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
2		隆昌市段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
3		东兴区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
4		市中区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
5		安岳县段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
6	重庆市	潼南区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
7		铜梁区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
8		大足区段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩

2)　管道施工对地下水水质的影响

(1)　生活污水

施工人员生活污水产生量按75L/人·日计算，COD和氨氮的浓度分别按300mg/L和30mg/L计算。施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，局部排放量很小。

(2)　试压排水

管道试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压。为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用，根据以往长输管道试压过程调查，工程试压水重复利用率最高可达80%左右。

管道试压分段进行，每段试压结束后，试压废水由阀室排出，集中排至其周围设置的防渗池中，沉降后的清净水进入下一管段试压使用。池底含少量铁锈、焊渣和泥砂的废水在防渗池中自然蒸发后，剩余的废渣集中收集后运至环保部门同意的地点填埋，并对防渗池进行地貌恢复。

各管段间剩余废水及最后一管段的试压废水经沉淀池沉降后，集中拉运至经环保部门同意的地点排放，对地下水环境影响很小。

(3) 施工废料淋滤水

施工过程产生的施工废料量，部分进行回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部进行有效的处理和处置，对地下水的环境影响较小。

施工过程中的辅料、废料等若保存不规范，在降水淋滤作用下产生的浸出液渗入地下含水层，将对地下水造成不同程度的影响，其影响程度决定于下渗量及其包气带的厚度、岩性和对污染物的阻滞、吸附分解等自然净化能力。地势平坦的平原区地下水主要为孔隙水，施工过程中的辅料、废料经降雨淋滤后，容易通过民井、坑塘、河流等渗入含水层，污染地下水。浅层孔隙水可能受到的影响较严重，而深部由于多个粘土隔水层的存在，含水层一般不易受到污染。

9.6.1.2 管道施工对地下水保护目标影响分析

管道沿线分散水井所在区域部分地段地下水埋深浅，当管沟开挖深度大于地下水埋深时，需要对管沟内积水进行外排疏干，会造成地下水水位降低，形成以管沟排水处为中心的影响区，从而可能对影响区范围内的井、泉产生影响。管道沿线分散式水井中，水位埋深较浅的水井地下水类型一般为潜水，管沟开挖深度按一般地区 2.6m，河谷地区 3.4m 计算。本次评价对分散式的水源井影响采用半定量的方法，管沟排水采用沟排或井点降水施工，降水井深定为 5m，本次评价忽略由井排抽水产生的影响。含水层渗透系数参考附近水源保护区划分技术报告、1:20 万区域水文地质普查报告和水文地质手册。采用潜水非完整井影响半径经验公式：

$$R = 2S\sqrt{HK}$$

其中，R 为抽水孔影响半径，m；S 为抽水孔降深，为管沟开挖深度与地下水埋深之差，m；H 为含水层厚度(本次评价取降水井深度)，m；K 为含水层渗透系数，m。

表 9.6-2 管道沿线典型地区开挖影响范围计算表

编号	典型分散式水井所在行政区	含水层岩性	管沟深度(m)	地下水埋深(m)	渗透系数(m/d)	影响范围(m)
1	内江市东兴区百合镇破马村 1 组	亚粘土夹砂土	2.4	2.5	0.12	4.96
2	资阳市安岳县毛家镇燕坡村 1 组	亚粘土夹砂土	2.4	2.0	0.3	36.00

由表 9.6-2 计算结果可知，管沟施工降水产生的影响半径一般在附近几十米范围内，在施工结束后即可恢复。因此，施工开挖对大部分水源井的地下水流场影响较小，对于相对距离短且位于管道下游方向的部分水源井会造成一定的影响，主要表现为在短时间内水源井水位下降、浊度增加等，但影响时限一般较短。

施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，施工期生活污水局部排放量一般很小，对地下水环境影响较小。

施工过程中产生的废水及辅料、废料经降雨淋滤作用，其淋滤液可能会经包气带渗入含水层。对于相对距离短且位于管道下游方向的水源井，施工废水的不规范排放可能会对其水质产生一定的影响。因此，在施工的过程中，要注意污染的防护，尽量减少施工期间污染物的产生，避免随意排放，以免污染物的长期滞留、运移，影响较近距离分散水源井的水质安全。

9.6.1.3　站场施工对地下水环境影响分析

管道沿线共设置 4 座站场，分别为：威远首站、泸县首站、内江注入站、铜梁压气站。全线共设置 11 座阀室。

根据前文论述，站场评价等级确定为三级，根据解析法计算得出的污染物下游最远迁移距离，并适当向上游延伸 200m，以站场两侧 L/2 为界，最终确定出各站场地下水环境评价范围见下表。

表 9.6-3　站场地下水环境环境评价范围表

站场	渗透系数 (m/d)	水力坡度	有效孔隙度	下游迁移距离 (m)	评价范围 (km^2)
威远首站	5.7	0.0085	0.3	1615	1.47
泸县首站	6	0.009	0.3	1800	1.80
内江注入站	12	0.0085	0.3	3400	6.12
铜梁压气站	10	0.005	0.2	2500	3.38

结合站场建设及运营特点，在评价范围内对区域水文地质条件进行调查分析。站场施工期主要涉及到施工过程中产生的废水对浅层地下水的影响，废水主要包括施工人员产生的生活污水、试压废水以及淋滤水。

1） 生活污水

生活污水主要为COD、SS等，根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般租用当地民房，生活污水依托当地的生活污水处理系统，同时施工较分散、周期短，局部排放量很小，对地下水环境影响较小。因此，施工期只要采取强化管理措施，对污废水集中处理，及时检查机械渗漏，对滴漏等现象及时封堵处理，则站场施工过程中产生的废水对地下水环境的影响较小。

2） 生产废水

管道施工期开挖不产生废水，生产废水主要来自管道安装完后清管和分段试压过程排放的废水。本工程管道每段清管试压最大用水量约为26806m^3，试压废水排放量约为5361m^3。管道试压介质较洁净，水中的主要污染物为悬浮物，过滤后集中拉运至经环保部门同意的地点排放，不会对地下水造成影响。试压废水禁止排入饮用水源保护区以及Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类地表水体。

3） 废弃泥浆、钻屑和施工废料等影响

施工期间，定向钻穿越河流时产生的废弃泥浆，焊接、防腐作业中产生的施工废料等随意堆放，经过雨水淋滤可能会对地下水产生污染。

施工结束后，产生的废弃泥浆固化处理后，就地埋入防渗泥浆池中，上面覆土恢复原有地貌，位于水源保护区内的应拉运至保护区外处置；定向钻穿越产生的废土和废岩屑可用于修整河堤和道路，最终的少量钻屑和干化后泥浆一直外运至当地政府主管部门许可地点填埋；对于施工废料，部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。各项固体废物得到妥善处理后不会对地下水环境造成影响。

9.6.2 运营期对地下水环境的影响分析

9.6.2.1 正常工况下对地下水环境的影响

正常工况下，管道在密闭状态下工作，输送天然气不会与地下水存在接触联系，故运营期地下水环境影响主要为站场污废水的排放。站场污废水主要以各站场的生活污水及雨水为主。包括：人员粪便及洗涤污水等，所产生污染物主要为SS、COD、粉尘等。

根据已有经验，站场在运行期间排放水量相对较小，废水种类单一，

只要严格管理，制定相应的收集、处理措施，则运行期间各站场基本不会对地下水环境产生不良影响。

9.6.2.2　事故工况下对地下水环境的影响

事故工况主要为运行期间管道或站场发生了天然气泄漏事件，在泄漏段得到及时有效的封堵控制前将会有一定量的天然气逃逸出管道，接触附近地下水。

但天然气的主要成分为甲烷，密度为 0.7174kg/(Nm^3)，相对密度(水)为 0.45，不溶于水，因此即使发生短时间天然气泄漏事故，只要及时封堵，也不会对周边的地下水环境造成明显影响。

10 声环境影响评价

10.1 站场周围声环境现状调查与评价

10.1.1 站场周围声环境敏感点调查

本工程共设 4 座站场，根据现场调查，各站场周围居民分布情况见表 10.1-1。

表 10.1-1 各站场周围村庄分布情况

序号	站场名称	村庄名称	空间相对位置/m			距厂界最近距离/m	方位	执行标准/功能区类别	情况说明
			X	Y	Z				
1	铜梁压气站	韩家沟 1#	137.67	207.40	-10	80	东北	55,45/1 类区	砖混,2 层
2		韩家沟 2#	-160.7	208.6	-40	110	西北	55,45/1 类区	砖混,2 层
3	威远首站	见滩坝	169.15	121.70	-1	15	东侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
4		袁家祠堂	171.61	-10	5	144	西北	55,45/1 类区	砖混,2 层
5		高坡	3.57	-6	5	53	西南	55,45/1 类区	砖混,2 层
6		瓦屋冲	33.79	-137.72	1	137	南侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
7	泸县首站	螺山	135.69	196.73	14	20	北侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
8		店子上	75.27	-89.1	-10	90	南侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
9		游大川	312.87	47.59	-10	39	东侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
10	内江注入站	桂花屋基 1#	112.40	-72.91	-18	50	西侧	55,45/1 类区	砖混,2 层
11		桂花屋基 2#	-47.43	5.76	-15	85	东南	55,45/1 类区	砖混,2 层

10.1.2 站场声环境现状监测与评价

本次监测委托专业监测公司中科检测技术服务(重庆)有限公司进行。监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)执行。

1) 监测布点

本次监测在 4 座站场周围村庄分别布设声环境监测点，共 4 个监测点，监测点具体位置见图 10.1-1。

2) 监测项目

连续等效 A 声级。

3) 监测时间 2021 年 12 月 17 日～12 月 27 日，每点连续监测 2 天，每天昼间(6：00～22：00)、夜间(22：00～06：00)各监测一次。

4) 监测与评价

噪声监测结果见表 10.1-2。根据监测结果，4 个监测点位声环境均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类区标准要求。根据调查，

各站场周边均没有其他工业企业等噪声源，通过类比分析，4 座站场周边的其他村庄村庄声环境均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类区标准要求。

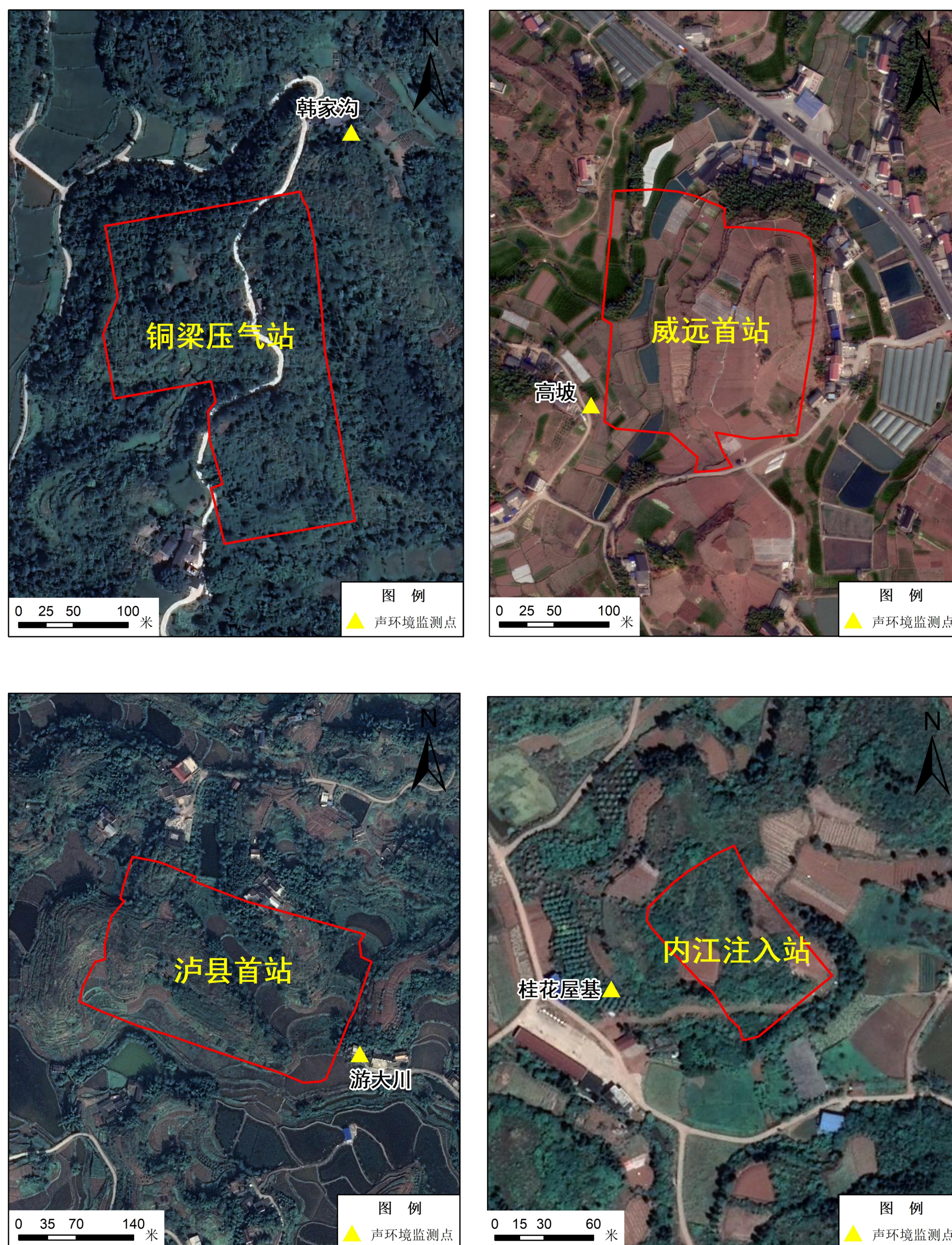


图 10.1-1　噪声监测布点图

表 10.1-2　站场声环境现状监测结果(dB(A))

序号	站场名称	村庄名称	第一天		第二天		达标情况
			昼间	夜间	昼间	夜间	
1	铜梁压气站	韩家沟	42	38	43	37	达标
2	威远首站	高坡	43	40	46	40	达标
3	泸县首站	游大川	45	43	48	42	达标
4	内江注入站	桂花屋基	44	38	47	39	达标
	1 类区标准		55	45	55	45	

10.2　声环境影响评价

10.2.1　施工期声环境影响

管道线路施工由专业队伍采用机械化方式完成，对声环境的影响主要是由施工机械、车辆造成的。目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、吊管机、各类电焊机、柴油发电机组等。这些机械、设备和车辆会随着不同施工工序而使用。如：在管沟开挖时使用挖掘机，管道运输和布管时使用运输车辆，焊口时使用电焊机和发电机，下沟时使用吊管机，管沟回填时使用推土机等。

通过类比其它管道施工过程中对施工机械、设备等的噪声值实测结果，各噪声源强见表 10.2-1。

表 10.2-1　管道工程施工机械噪声测试值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98
8	定向钻钻机	1	95

将各种施工机械等近似为点声源，仅考虑距离衰减进行计算，可得到施工期各种机械等在不同距离处的噪声贡献值，结果见表 10.2-2。

表 10.2-2　主要施工机械在不同距离处的噪声估算值

机械名称	离施工点不同距离的噪声值(dB(A))				
	10m	50m	100m	150m	200m
挖掘机	78	64	58	54	52
推土机	80	66	60	56	54
电焊机	67	53	47	43	41
轮式装载车	84	70	64	60	58
吊管机	75	61	55	51	49
冲击式钻机	67	53	47	43	41
柴油发电机组	78	64	58	54	52
定向钻钻机	75	61	55	51	49

由表 10.2-2 可以看出，昼间主要机械在 50m 以外均不超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)限值(昼间 70dB(A))，夜间不超标(夜间 55dB(A))距离要大于 200m。

根据现场调查，本工程管道沿线 200m 范围内分布有村庄，这些村庄距离管道较近，在施工过程中，可能会受到一定程度的施工噪声影响。但由于管道在局部地段的施工周期一般为几个星期，因此其影响时间相对来说较短，在作好与当地村民的沟通工作后，其产生的噪声影响是可以接受的。

定向钻施工场地大多位于河堤两岸，一般距离村庄较远，不会产生噪声扰民现象。若距离居民较近时，施工时应根据实际情况采取临时围挡等降噪措施，避免施工噪声扰民。

站场施工持续时间相对较长，噪声影响可能持续数月以上，且由于振捣混凝土需要使用平板振动器和振动棒，产生的噪声强度大、影响较远。距离居民较近的站场，施工期间应注意避免噪声对周围居民产生影响；其余各站场距离村庄均较远，一般不会出现噪声扰民问题。

为防止施工期噪声对周围敏感点造成影响，应加强施工期噪声的监督管理，积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

施工期采取的具体措如下：

1)　加大声源治理力度。选择低噪声施工机械，加强设备、车辆的日常维修保养，使施工机械保持良好运行状态，避免超过正常噪声运转。

2)　合理布局施工现场。避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声压级过高。

3）　合理安排施工时间。在制定施工计划时，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，高噪声设备施工安排在日间，管线运输、吊装应安排在日间，夜间减少施工量或尽量不施工。

4）　在距居民区较近地段施工时，要避免夜间作业，以防噪声扰民。严格执行《建筑施工场界噪声限值》对施工阶段噪声的要求，需要在夜间施工时，必须向当地环保部门提出申请，获准后方可在指定日期进行，并提前告知附近居民。施工车辆路过村庄时禁止鸣笛。

5）　施工期对近距离敏感点声环境进行监测，一旦发现有超标现象，根据现场实际情况采取降噪措施，如调整施工场地布局，建立临时围挡等，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求。

6）　隧道爆破降噪措施：减小爆破的用药量和爆破次数。对于岩石开挖厚度小于 2m 的区域，一次性钻至设计深度，岩石开挖厚度大于 2m 的区域分 2 层进行爆破。在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。

7）　加强对施工期噪声的监督管理。建设单位按《建筑施工场界环境噪声排放标准》，对施工现场进行定期检查，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行处理。同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

10.2.2　运行期声环境影响

10.2.2.1　站场噪声源分析

1）　各站场噪声源强

本工程设置 4 座站场，站场类型主要有压气站、注入站和首站。其中压气站主要噪声源包括压缩机组(电驱)、空冷器、空气压缩机、过滤分离器等；注入站主要噪声源包括旋风过滤分离器。此外，当站场发生异常超压或检修时，放空系统会产生强噪声，噪声值在 90dB(A)～105dB(A)之间。

2）　各站场工艺平面布置环境合理性分析

各站生产区主要包括压缩机区、工艺设备区、排污罐等。生产区平面布置首先通过组织工艺流程确定管线进出方向，合理布置进出站阀组区及工艺设备区的关系，然后在工艺设备区一侧布置压缩机厂房，高噪声设备

布置时尽量远离周围村庄居民。一方面满足站内工艺流程，使站内工艺管线最短，节约投资，另一方面尽量减轻对周边居民的影响。根据噪声预测结果， 各站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准，因此各站场总平面布置从环境教的分析是合理的。

3） 设计拟采取的降噪措施

(1) 在初步设计时，对站场平面布置进行优化布局。各站场厂界设置 2.5m 高实体围墙。

(2) 设备选型时选用低噪声设备，压缩机、空压机声压级小于 85dB(A)，空冷器声压级小于 80dB(A)。

(3) 在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声。

(4) 压缩机设置专门压缩机厂房，厂房采用钢结构设计，内外墙及屋面均采用彩钢复合夹芯板，设置吸音降噪材料；压缩机组基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门窗。采取上述措施后，可有效地降低压缩机组(机房)的整体噪声强度，降噪量约为 30～35dB(A)。

(5) 空压机放置在室内，厂房采用混凝土框架结构，墙面设置吸音材料；空压机基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门窗。采取上述措施后，可有效降低空压机厂房的整体噪声强度，降噪量约为 30～35dB(A)。

(6) 铜梁压气站、威远首站、泸县首站 3 座压气站空冷器均安装进气消声器、排气消声器。

(7) 对各站场周围进行绿化，起到吸声降噪的作用。

采取上述降噪措施后，可确保各站场厂界噪声贡献值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准，站场周边居民生活区声环境满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类区标准。本工程各站场主要噪声源情况统计见表 10.2-3～10.2-9。

表 10.2-3 威远首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	10.51	172.03	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	10.53	166.47	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	10.54	160.96	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	10.64	155.52	1	70/1	昼间、夜间
5	分离器 5	10.47	149.98	1	70/1	昼间、夜间
6	分离器 6	10.39	144.41	1	70/1	昼间、夜间
7	汇气管 1	95.89	137.01	1	70/1	昼间、夜间
8	汇气管 2	124.66	137.48	1	70/1	昼间、夜间
9	空冷器 1	95.83	119.85	1	80/1	昼间、夜间
10	空冷器 2	124.6	120.32	1	80/1	昼间、夜间

表 10.2-4 泸县首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	163.21	25.93	1	70/1	昼、夜
2	分离器 2	163.3	33.63	1	70/1	昼、夜
3	分离器 3	163.13	41.7	1	75/1	昼、夜
4	分离器 4	163.2	49.47	1	70/1	昼、夜
5	分离器 5	163.05	57.88	1	70/1	昼、夜
6	分离器 6	163.07	65.82	1	70/1	昼、夜
7	汇气管 1	111.19	44.32	1	70/1	昼、夜
8	汇气管 2	55.5	43.83	1	70/1	昼、夜
9	汇气管 3	127.23	44.49	1	70/1	昼、夜
10	汇气管 4	71.47	44.21	1	70/1	昼、夜
11	空冷器 1	118.66	44.44	4	80/1	昼、夜
12	空冷器 2	62.62	44.16	4	80/1	昼、夜

表 10.2-5 内江注入站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	12.75	10.96	1	70/1	昼、夜
2	分离器 2	18.79	10.96	1	70/1	昼、夜

10.2-6 铜梁压气站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(d(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	-34.92	123.35	1	70/1	昼、夜
2	分离器 2	-35.18	74.42	1	70/1	昼、夜
3	分离器 3	-35.07	118.38	1	70/1	昼、夜
4	分离器 4	-35.12	112.31	1	70/1	昼、夜
5	分离器 5	-35.1	107.28	1	70/1	昼、夜
6	分离器 6	-35.09	101.38	1	70/1	昼、夜
7	分离器 7	-35.09	96.37	1	70/1	昼、夜
8	分离器 8	-35.05	90.4	1	70/1	昼、夜
9	分离器 9	-35.06	85.36	1	70/1	昼、夜
10	分离器 10	-34.99	79.24	1	70/1	昼、夜
11	汇气管 1	8.1	113.86	1	70/1	昼、夜
12	汇气管 2	25.71	113.89	1	70/1	昼、夜
13	汇气管 3	8.11	85.87	1	70/1	昼、夜
14	汇气管 4	25.7	85.83	1	70/1	昼、夜
15	汇气管 5	8.3	57.8	1	70/1	昼、夜
16	汇气管 6	25.51	57.79	1	70/1	昼、夜
17	空冷器 1	16.71	85.87	4	80/1	昼、夜
18	空冷器 2	17.42	57.94	4	80/1	昼、夜
19	空冷器 3	17.4	113.95	4	80/1	昼、夜

表 10.2-7　威远首站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	97.88	94.08	1	11.14	73.50	昼、夜	35	32.50	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	97.88	94.08	1	40.46	73.46	昼、夜	35	32.46	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	97.88	94.08	1	15.81	73.48	昼、夜	35	32.48	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	97.88	94.08	1	19.53	73.47	昼、夜	35	32.47	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	126.39	93.54	1	11.45	73.50	昼、夜	35	32.50	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	126.39	93.54	1	11.94	73.49	昼、夜	35	32.49	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	126.39	93.54	1	15.19	73.48	昼、夜	35	32.48	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	126.39	93.54	1	48.04	73.46	昼、夜	35	32.46	1
9	综合设备库房	空压机 1	85/1	10.98	89.05	1	6.49	83.77	昼、夜	30	47.77	1
10	综合设备库房	空压机 1	85/1	10.98	89.05	1	8.22	83.76	昼、夜	30	47.76	1
11	综合设备库房	空压机 1	85/1	10.98	89.05	1	5.33	83.77	昼、夜	30	47.77	1
12	综合设备库房	空压机 1	85/1	10.98	89.05	1	2.60	83.82	昼、夜	30	47.82	1
13	综合设备库房	空压机 2	85/1	16.32	89.07	1	6.50	83.77	昼、夜	30	47.77	1
14	综合设备库房	空压机 2	85/1	16.32	89.07	1	2.88	83.81	昼、夜	30	47.81	1
15	综合设备库房	空压机 2	85/1	16.32	89.07	1	5.32	83.77	昼、夜	30	47.77	1
16	综合设备库房	空压机 2	85/1	16.32	89.07	1	7.94	83.76	昼、夜	30	47.76	1

表 10.2-8　泸县首站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.32	75.83	1	12.61	72.36	昼、夜	30	36.36	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.32	75.83	1	71.51	72.32	昼、夜	30	36.32	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.32	75.83	1	14.23	72.35	昼、夜	30	36.35	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.32	75.83	1	9.35	72.39	昼、夜	30	36.39	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	63.32	75.83	1	12.61	72.36	昼、夜	30	36.36	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	63.32	75.83	1	71.51	72.32	昼、夜	30	36.32	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	63.32	75.83	1	14.23	72.35	昼、夜	30	36.35	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	63.32	75.83	1	9.35	72.39	昼、夜	30	36.39	1
9	空压机房	空压机 1	85/1	118.99	76.08	1	12.21	72.36	昼、夜	30	36.36	1
10	空压机房	空压机 1	85/1	118.99	76.08	1	15.84	72.35	昼、夜	30	36.35	1
11	空压机房	空压机 1	85/1	118.99	76.08	1	14.44	72.35	昼、夜	30	36.35	1
12	空压机房	空压机 1	85/1	118.99	76.08	1	65.02	72.32	昼、夜	30	36.32	1
13	空压机房	空压机 2	85/1	118.99	76.08	1	12.21	72.36	昼、夜	30	36.36	1
14	空压机房	空压机 2	85/1	118.99	76.08	1	15.84	72.35	昼、夜	30	36.35	1
15	空压机房	空压机 2	85/1	118.99	76.08	1	14.44	72.35	昼、夜	30	36.35	1
16	空压机房	空压机 2	85/1	118.99	76.08	1	65.02	72.32	昼、夜	30	36.32	1

表 10.2-9　铜梁压气站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	50.13	116.24	1	11.15	71.30	昼、夜	30	35.30	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	50.13	116.24	1	15.93	71.26	昼、夜	30	35.26	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	50.13	116.24	1	96.98	71.23	昼、夜	30	35.23	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	50.13	116.24	1	11.26	71.30	昼、夜	30	35.30	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	50.44	60.35	1	67.04	71.23	昼、夜	30	35.23	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	50.44	60.35	1	15.54	71.27	昼、夜	30	35.27	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	50.44	60.35	1	41.09	71.24	昼、夜	30	35.24	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	50.44	60.35	1	11.81	71.29	昼、夜	30	35.29	1
9	压缩机房	压缩机 3	85/1	49.9	88.15	1	39.24	71.24	昼、夜	30	35.24	1
10	压缩机房	压缩机 3	85/1	49.9	88.15	1	16.12	71.26	昼、夜	30	35.26	1
11	压缩机房	压缩机 3	85/1	49.9	88.15	1	68.89	71.23	昼、夜	30	35.23	1
12	压缩机房	压缩机 3	85/1	49.9	88.15	1	11.15	71.30	昼、夜	30	35.30	1
13	综合设备间	空压机 1	85/1	12.12	-26.43	1	5.26	80.52	昼、夜	30	44.52	1
14	综合设备间	空压机 1	85/1	12.12	-26.43	1	9.14	80.49	昼、夜	30	44.49	1
15	综合设备间	空压机 1	85/1	12.12	-26.43	1	16.14	80.49	昼、夜	30	44.49	1
16	综合设备间	空压机 1	85/1	12.12	-26.43	1	5.85	80.51	昼、夜	30	44.51	1
17	综合设备间	空压机 2	85/1	11.83	-37.29	1	16.12	80.49	昼、夜	30	44.49	1
18	综合设备间	空压机 2	85/1	11.83	-37.29	1	9.51	80.49	昼、夜	30	44.49	1
19	综合设备间	空压机 2	85/1	11.83	-37.29	1	5.28	80.52	昼、夜	30	44.52	1
20	综合设备间	空压机 2	85/1	11.83	-37.29	1	5.48	80.51	昼、夜	30	44.51	1

10.2.2.2　运行期站场噪声影响预测

1)　预测模型

采用《环境影响评价技术导则－声环境》(HJ 2.4-2021)中的工业噪声预测模式。

(1)　户外声传播衰减

$$L_p(r)=L_w+D_C-(A_{div}+A_{atm}+A_{gr}+A_{bar}+A_{misc})$$

式中：$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

L_w ——由点声源产生的声功率级(A计权或倍频带)，dB；

D_C ——指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级Lw的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} ——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减，dB。

(2)　室内声源等效为室外声源声功率级

$$L_{p2}=L_{p1}-(TL+6)$$

式中：L_{p1}—靠近开口处(或窗户)室内某倍频带的声压级，dB；

L_{p2}—靠近开口处(或窗户)室外某倍频带的声压级，dB；

TL—隔墙(或窗户)倍频带的隔声量，dB。

(3)　某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级

$$L_{p1}=L_w+10\lg\left(\frac{Q}{4\pi r^2}+\frac{4}{R}\right)$$

式中：Lw—倍频带声功率级，dB；

r — 声源到靠近围护结构处的距离，m；

R — 房间常数，m^2；

Q — 方向性因子。

(4)　所有室内声源在靠近围护结构处产生的i倍频带叠加声压级

$$L_{p1i}(T)=10\lg\left(\sum_{j=1}^{N}10^{0.1L_{p1ij}}\right)$$

式中：L_{p1i}(T)—靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带叠加声压级，dB；

L_{p1ij}—室内 j 声源倍频带声压级，dB；

N —室内声源总数。

(5) 室内近似为扩散声场，室外围护结构处的声压级

$$L_{p2i}(T)=L_{p1i}(T)-(TL_i+6)$$

式中：L_{p2i} *(T)* —靠近围护结构处室外N个声源i倍频带的叠加声压级，dB；

L_{p1i} *(T)* —靠近围护结构处室内N个声源i倍频带的叠加声压级，dB；

TL_i —围护结构i倍频带的隔声量，dB。

(6) 中心位置位于透声面积(S)处的等效声源倍频带声功率级：

$$L_w=L_{p2}(T)+10\lg S$$

式中：L_w—中心位置位于透声面积(*S*)处的等效声源的倍频带声功率级，dB；

L_{p2}(*T*)—靠近围护结构处室外声源的声压级，dB；

S—透声面积，m^2。

(7) 工业企业噪声计算

$$L_{eqg}=10\lg\left[\frac{1}{T}\left(\sum_{i=1}^{N}t_i10^{0.1L_{Ai}}+\sum_{j=1}^{M}t_j10^{0.1L_{Aj}}\right)\right]$$

式中：L_{eqg}—建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

T—用于计算等效声级的时间，s；

N—室外声源个数；

t_i—在 *T* 时间内 *i* 声源工作时间，s；

M—等效室外声源个数；

t_j—在 T 时间内 j 声源工作时间，s。

2） 预测结果及分析

根据《环境影响评价技术导则－声环境》(HJ2.4-2021)，厂界噪声以工程噪声贡献值作为评价量。各站主要声源基本都属于稳态声源，因此昼间和夜间的声源参数相同，贡献值也相同。

(1） 站场厂界噪声预测

将各站主要噪声源代入计算模型，各站建筑物参数输入模型，各站围墙高度为2.5m。根据站场平面布置情况，计算得出各站厂界噪声贡献值，计算结果见表10.2-10，图10.2-1～4。

表10.2-10　各站场厂界噪声预测(dB(A))

站　场	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
铜梁压气站	41.12	32.49	46.49	44.53
威远首站	42.06	29.34	44.96	38.60
泸县首站	32.81	40.58	37.38	39.98
内江注入站	26.52	28.04	31.55	26.39

由表10.2-10可见，各站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准。

(2） 声环境保护目标噪声预测

根据调查，各站场周边均没有其他工业企业等噪声源，未监测居民点的噪声背景值通过相同站场已测点位监测数据类比分析取值。本工程各站场周围近距离敏感点噪声预测见表10.2-11。

根据表10.2-11预测结果可知，威远首站东侧见滩坝夜间噪声预测值不满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1类区标准，超标3.5dB(A)，其他村庄噪声预测值均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1类区标准。

见滩坝夜间噪声超标原因，主要是威远首站东侧厂界附近空冷器声压级较高，空冷器距东侧厂界较近。

表10.2-11　声环境保护目标噪声预测结果与达标性分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声背景值/dB(A)		噪声标准dB(A)		噪声贡献值/dB(A)	噪声预测值/dB(A)		较现状增量/dB(A)		达标情况	
		昼	夜	昼	夜	昼、夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	韩家沟 1#	42.5	37.5	55	45	33.33	43.0	38.9	0.5	1.4	达标	达标
2	韩家沟 2#	42.5	37.5	55	45	29.43	42.7	38.1	0.2	0.6	达标	达标
3	见滩坝	44.5	40.0	55	45	47.89	49.5	48.5	5.0	8.5	达标	超标
4	袁家祠堂	44.5	40.0	55	45	29.49	44.6	40.4	0.1	0.4	达标	达标
5	高坡	44.5	40.0	55	45	30.14	44.7	40.4	0.2	0.4	达标	达标
6	瓦屋冲	44.5	40.0	55	45	23.73	44.5	40.1	0	0.1	达标	达标
7	螺山	46.5	42.5	55	45	40.37	47.4	44.6	0.9	2.1	达标	达标
8	店子上	46.5	42.5	55	45	37.18	47.0	43.6	0.5	1.1	达标	达标
9	游大川	46.5	42.5	55	45	25.78	46.5	42.6	0	0.1	达标	达标
10	桂花屋基 1#	45.5	38.5	55	45	19.41	45.6	38.9	0.1	0.4	达标	达标
11	桂花屋基 2#	45.5	38.5	55	45	17.74	45.5	38.5	0	0	达标	达标

(3)　非正常工况声环境影响预测

当管道站场检修或发生异常超压时，放空立管会产生高噪声，其噪声值约为100dB(A)，各站场、阀室放空噪声源强大致相同。通过对陕京线等多条输气管道站场运行调查，发生概率很小(1～2次/a)，且持续时间很短，为瞬时强噪声。

非正常工况声环境影响预测采用点声源几何发散衰减模式，公式如下：

$$L_P(r)= L_P(r_o)-20Lg(r/r_0)-\triangle L_{oct}$$

式中：

$L_{P(r)}$ —点声源在预测点产生的倍频带声压；

$L_{P(ro)}$ —参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r —预测点距声源的距离，m；

r_0 —参考位置距声源的距离，m；

$\triangle L_{oct}$ —各种因素引起的衰减量(包括声屏障、遮挡物和空气吸收、地面效应引起的衰减量)。

非正常工况放空立管噪声预测结果见表10.2-12。

表10.2-12　非正常工况放空立管噪声预测

噪声源	距离放空立管不同距离的噪声值(dB(A))					
	1m	32m	50m	100m	150m	200m
放空噪声	100	70.00	66.02	60.00	56.48	53.98

由表 10.2-12 预测结果可知,在距离 100m 处其噪声贡献值即能符合《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中农村地区“夜间突发噪声”标准 60dB(A)的要求。鉴于噪声值会随距离的增大而衰减，建议各站场放空立管的噪声控制距离为 100m。

放空噪声具有突然性且声级较大，除异常超压情况外，应有控制的尽量安排在白天进行，在检修放空前应及时告知周围居民，并做好沟通工作。检修放空应不影响周围居民的正常生产、生活和休息。

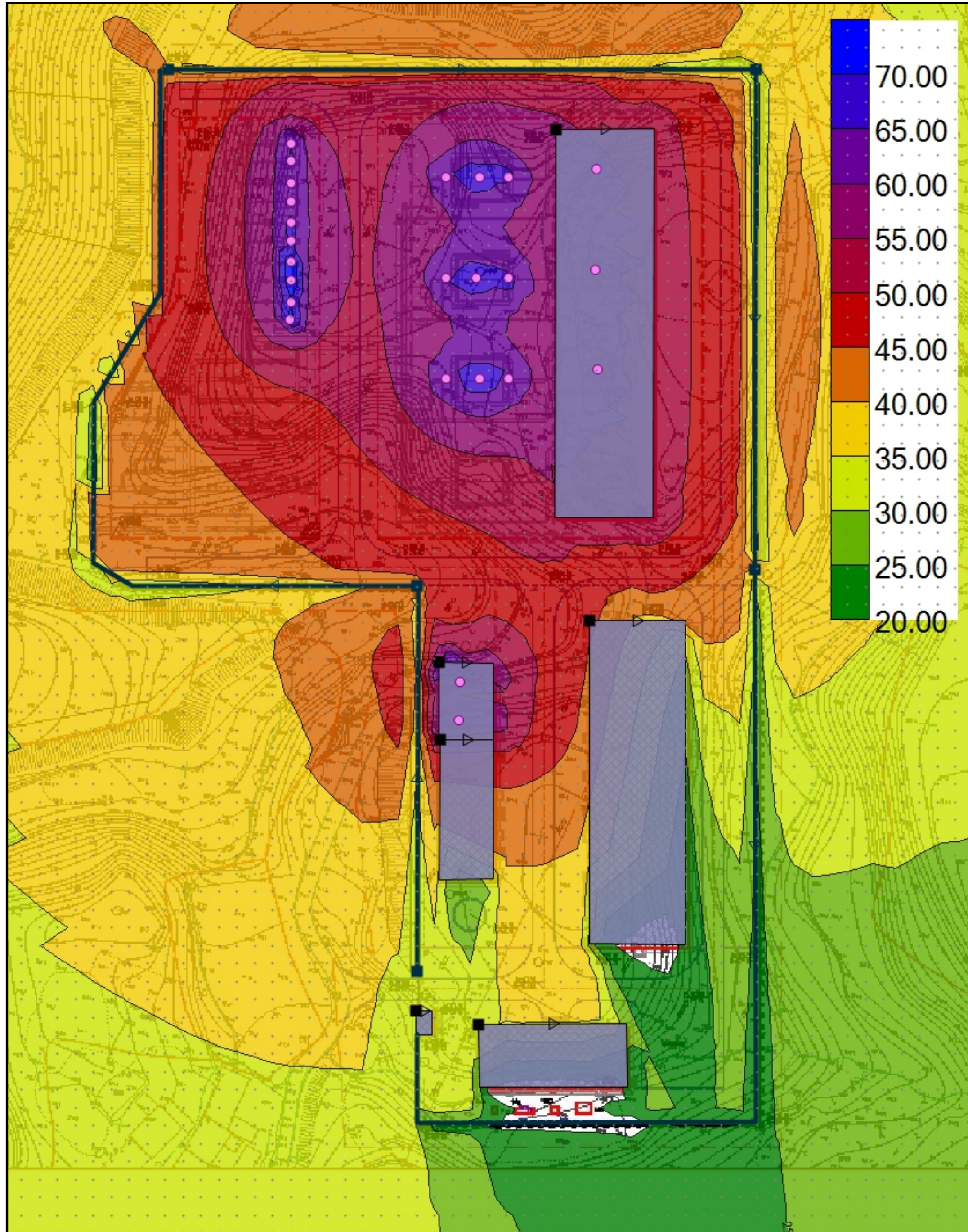


图 10.2-1　铜梁压气站等声级线分布图

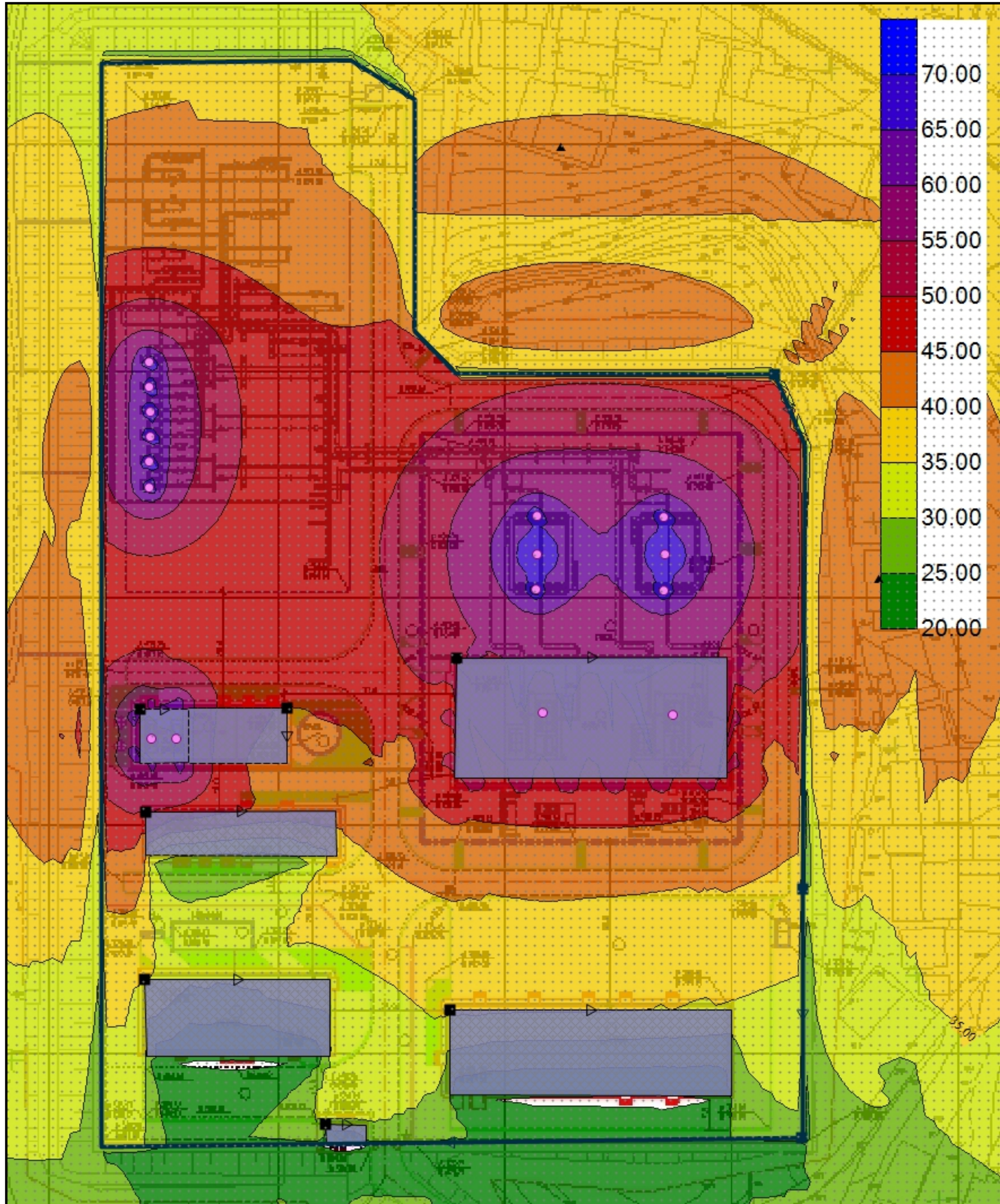


图 10.2-2　威远首站等声级线分布图

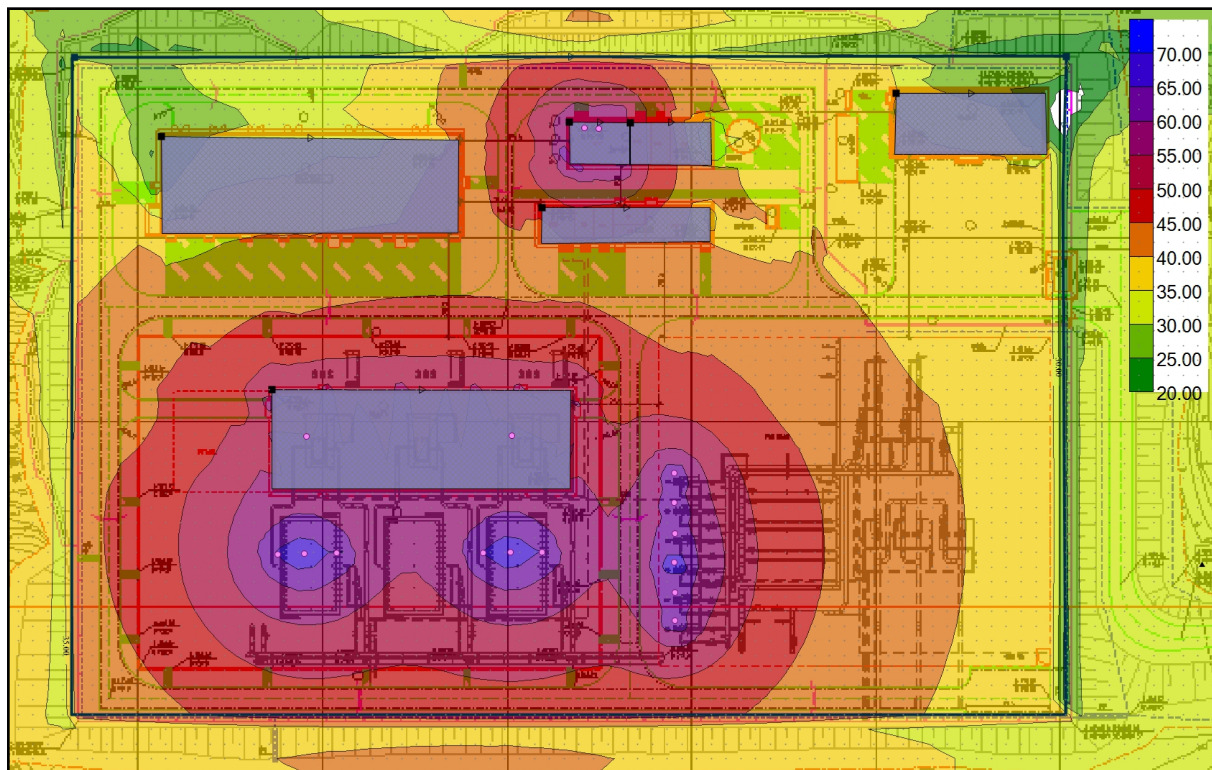


图 10.2-3　泸县首站等声级线分布图

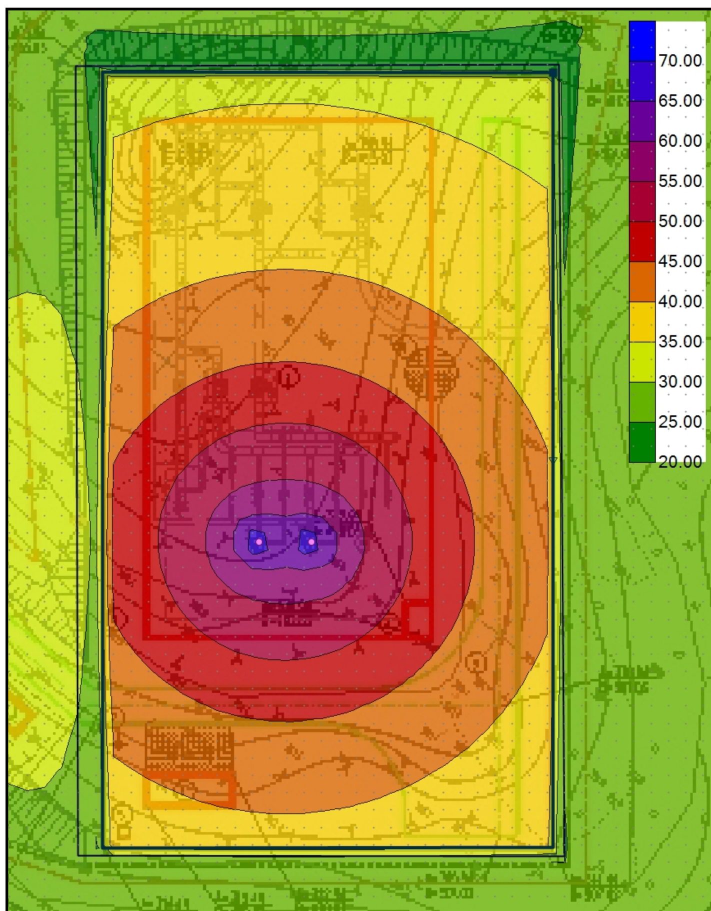


图 10.2-4　内江注入站等声级线分布图

11 固体废物环境影响分析

11.1 施工期固体废物环境影响分析

本工程施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、隧道弃渣和施工废料等。

11.1.1 生活垃圾

根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为380kg/km，新建管道长282.77km，则一般线路生活垃圾产生量约107.4t。在采用钻爆隧道施工时，生活垃圾的产生量为5500kg/km。本工程新建隧道长约1.24km，产生生活垃圾约6.8t。总体上，本工程施工期施工人员产生的生活垃圾约为114t，生活垃圾经收集后并环卫部门处理。

表 11.1-1 本工程河流、山体隧道和定向钻穿越统计

序号	名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	备注
河流隧道						
1	沱江	内江市市中区史家镇	四川省	1244	钻爆隧道	威远-内江段

综上，本项目施工期施工人员产生的生活垃圾约为114t，这些垃圾经收集后，依托当地环卫部门处置。若无依托时，施工营地排放的生活污染物统一收集后送至当地环保部门指定地点。

11.1.2 定向钻穿越废弃泥浆环境影响分析

11.1.2.1 废弃泥浆来源

本工程废弃泥浆来自河流定向钻穿越过程。采用类比方法，对本工程施工期间泥浆的使用和排放情况进行分析。

1） 泥浆产品特点

泥浆产品是由膨润土(即观音土)加水勾兑而成。在定向钻穿越施工过程中，为保证泥浆具有良好的成孔、护壁性能以及高效的携砂和润滑性能，需要根据不同的地质加入少量的添加剂。泥浆产品具有如下几个特性：

(1) 原料泥浆呈干粉状，是以膨润土(即观音土)为主要原料制成的聚合粉剂。原料泥浆易溶于水，其水溶液清澈透明、呈胶状，且粉剂、水溶

剂均无毒，符合环保上对产品规格的要求；

(2) 清洁的水/膨润土基液的密度在1.02～1.06g/cm³之间。

(3) pH值能够控制膨润土的物理化学结构并确定它们的电化学载荷。因此，为了保证泥浆的有效性，一般泥浆产品的pH 值在9.0左右。

2) 泥浆配制

(1) 膨润土和水配制成施工使用的水溶液状泥浆，根据水质状况，加入少量纯碱，使水的pH值达到9.0左右，根据土质条件、施工管径、施工长度等情况在1m³水中加入2-3kg添加剂。

(2) 现场设置专门的泥浆配置区，在专用的泥浆搅拌、配制槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不向环境中溢流。

(3) 为减少环境污染和有效的保证泥浆的供应量，在施工现场安装泥浆回收处理系统，使泥浆循环使用。

11.1.2.2 泥浆的使用和废弃

定向钻施工回拖过程中泥浆的消耗量大，回拖前需用泥浆充满整个钻孔。在管线回拖过程的前半段，管线逐渐入孔，受管线的挤压作用，泥浆从入土点的钻孔涌出；在管线回拖过程后半段，泥浆随管线从出土点钻孔流出。故管线回拖前，需先在两岸出入土点附近分别挖好废弃泥浆坑，准备接纳废弃泥浆。管线回拖成功后，产生的废弃泥浆流入预先挖成的废弃泥浆坑和回拖发送沟内，施工完成后剩余的泥浆无回收、再利用价值，且自然脱水后，剩余的干泥浆量较少，施工结束后剩余泥浆(约为泥浆总量的40%)经 pH 调节为中性后，作为废物收集在泥浆坑中，干化后外运至当地政府主管部门许可或指定地点填埋。

11.1.2.3 废弃泥浆环境影响分析

本工程产生的废泥浆量约为1720m³，干重约为172t。由于废弃泥浆干重很少，对土壤环境的影响较小，对施工地点的局部环境不会产生明显的不利影响。定向钻产生废弃泥浆主要成分为膨润土，非有毒有害物质，其土壤渗透性差，呈弱碱性，施工完成后只能作为固体废弃物处理。为减少拟建项目固体废弃物的产生，减轻固体废物的排放对周围环境的影响，施工过程中应对废弃泥浆的使用、处置处理进行全过程的管理和控制，具体措

施如下：

1） 施工现场设置专门的配浆区，在专用的泥浆搅拌、备置槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不得向环境中溢流。

2） 施工前需在两岸出入土点附近分别挖好泥浆池。泥浆池的位置应选择出入土点较近处，并且适合永久储存泥浆，尽量少占用养殖区、耕地等。每个泥浆池的表层土单独堆放，用于恢复原有地貌。

3） 施工期间，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑和杂质后，尽可能重复利用，减少废弃泥浆的产生量。

4） 施工期间严格操作规程，合理制定操作参数，防止施工过程出现跑浆等事故。

5） 施工结束后，废弃泥浆干化全部外运至当地政府主管部门许可或指定地点填埋。

11.1.3 弃渣环境影响分析

11.1.3.1 弃渣来源

施工过程中的弃土、弃渣土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、隧道工程、修建施工便道以及输气工艺站场。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。

施工期固体废物主要来自管沟开挖、公路铁路穿越以及隧道建设施工。

管道在农田等开挖敷设管沟作业中产生少量废弃土方，开挖作业需回填底土及表层土，只产生少量多余土方，可就地均匀平整在管沟开挖面上方，不产生弃土。

中小型河道、沟渠采用开挖敷设的，管沟回填后保持原河道的过流能力，基本不产生弃土。

低等级道路、公路采用开挖敷设的，管沟回填后要重新夯实，不产生弃土。高等级公路、铁路采用顶管作业的，产生的弃土主要是路基填土，可用于地方基础设施建设的场地、地基回填用土。

11.1.3.2 减少弃渣措施

为减少弃渣堆放量，不同地段的弃土弃渣采用不同的回填和处理方式：

(1) 在耕作区开挖时，熟土(表层耕作土)和生土(下层土)土分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量(高出地面0.3～0.5m)。

(2) 围堰大开挖在枯水期施工，围堰工程量小且标准较低。开挖时需要在河流的上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

(3) 顶管方式穿越等级公路以及铁路时，会产生多余土方。该部分多余土方主要为泥土和碎石，用于地方乡道建设填料或道路护坡，无弃方。

(4) 沱江钻爆隧道穿越产生弃土弃渣，按政府部门要求运至当当地社会消纳场进行社会利用，无弃渣。

(5) 输气站场设在地形平坦处，基本实现挖填平衡，无弃土弃渣场。

11.1.4 施工废料环境影响分析

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土、废土石料等。根据类比调查，施工废料的产生量约为0.2t/km，本项目施工过程产生的施工废料量约为57t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部得到有效的处理和处置，对环境影响较小。

11.2 运行期固体废物环境影响分析

本工程运行期固体废物主要为各站场产生的固体废物，除站场生活垃圾，还有除尘、清管作业时产生的少量粉尘和清管废渣，分离器维护时会产生一些废滤芯，另外对压缩机维修保养时会产生部分废润滑油，以及各站场应急废蓄电池。

11.2.1 固体废物产生情况

(1) 生活垃圾

本工程运行期，生活垃圾主要来自新增工作人员。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，各站场生活垃圾的产生量平均按0.6kg/d·人进行核算。本工程新建站场新增定员60人，新增生活垃圾的产生量约为13.14t/a。各站场分别与当地环卫部门签订处理协议，生活垃圾均集中收集交环卫部门统一处理；对农村场站要与当地环卫部门进行联系，交由环卫部门合理处置。

(2) 清管收球作业废渣

管道运行期间产生的清管固废极少，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般工业固废。管道每年一般进行 1 次～2 次清管，全线清管装置为手动操作，密闭清管通球，清管固废产生量极少。有收球装置的工艺站场在每次清管作业时将产生约 10kg 废渣，并存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。3 座站场均设置清管器收球筒，废渣的产生量共计约 0.03t/a。

(3) 分离器检修粉尘

站场的分离器检修是通过自身压力排尘的，主要污染物成分为粉尘，为避免粉尘的飘散，需将清除的废物导入排污罐中进行湿式除尘。分离器检修一般 1 次/a,废渣的产生量每站约为 6kg/a。该部分废物存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。本工程新建站场皆有分离器，废渣的产生量约 0.024t/a。

(4) 压缩机维修保养

压缩机运行一定时间后需进行维修保养，在此过程中将产生一定量的废润滑油，每次每台约产生 300kg。根据《国家危险废物名录》,废润滑油属危险废物(HW08 废矿物油与含矿物油废物 900-217-08)，废润滑油危废间暂存，由具有危废处置资质的单位定期处置。本工程 3 座压气站共运行压缩机 7 台，废润滑油产生量约 2.1t/a。

(5) 废滤芯

各站场清管作业或分离器维护时会产生一些废滤芯，每座站场产生量约为 0.026t/a，本工程废滤芯产生量为 0.104t/a。根据《国家危险废物名录》,废滤芯属危险废物(HW49 其他废物 900-047-49)，废滤芯危废间暂存，由具有危废处置资质的单位定期处置。

(6) 废蓄电池

各站场应急电源蓄电池每 5 年更换一次，每个站场废蓄电池产生量约 1t/次，则废蓄电池产生量约为 4t/次，危废间暂存。根据《国家危险废物名录》,废铅蓄电池属危险废物(HW31 含铅废物 900-052-31)。废弃铅蓄电池可不按危险废物进行运输，但运输工具要满足防雨、防渗漏、防遗撒要求。废蓄电池由具有危废处置资质的单位处置。

运行期固体废物排放情况详见表 11.2-1。

表 11.2-1 固体废物排放情况统计

序号	类别	污染源	主要成分	排放量(t/a)	处理及去向
1	生活垃圾	生活垃圾	-	13.14	定期清运到指定地点掩埋
2	一般工业固体废物	清管废渣	粉尘、氧化铁粉末	0.03	排入站内排污罐存放、定期清运
3		分离器检修	粉尘	0.024	
4	危险废物(HW08)	压缩机检修	废润滑油	2.1	危废间暂存，委托具有资质的单位处置
5	危险废物(HW49)	清管作业和分离器维护	废滤芯	0.104	危废间暂存，委托具有资质的单位处置
6	危险废物(HW31)	应急电源定期更换	废铅蓄电池	4(t/次)	危废间暂存，委托具有资质的单位处置

11.2.2 固体废物环境影响分析

1) 一般固体废物对环境的影响分析

生活垃圾堆放时，会产生恶臭，在夏季较为明显，建议生活垃圾采用密闭式集装箱垃圾站形式处理；同时应该加强管理，严禁生活垃圾随意扔撒或者堆放；生活垃圾应集中收集后，由当地环卫部门及时清运处理，对环境的影响较小。清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末，在征得当地环保部门同意的情况下，合理选择合适的地方进行定期填埋处置，同时应加强管理，不得随意扔撒或堆放，这部分固体废物对环境的影响较小。

2) 危险固体废物对环境的影响分析

本工程在压气站会产生废润滑油、废滤芯、废铅蓄电池等危险废物，在其他站场只有废滤芯、废铅蓄电池等危险废物。危险废物按《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)要求存放在暂存场。危险废物识别标志设置执行《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)相关要求。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)要求，新建危废暂存间应满足该标准中贮存点的环境管理要求，即：

——贮存点应具有固定的区域边界，并应采取与其他区域进行隔离的措施；

——贮存点应采取防风、防雨、防晒和防止危险废物流失、扬散等措施；

——贮存点贮存的危险废物应置于容器或包装物中，不应直接散堆；

——贮存点应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式等，采取防渗、防漏等污染防治措施或采用具有相应功能的装置；

——贮存点应及时清运贮存的危险废物，实时贮存量不应超过3t。

综上所述，运营期产生的固体废物在全部得到有效的处理/处置后，对环境影响较小。

12. 环境风险评价

12.1 评价原则及评价工作程序

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)的要求，环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

评价工作程序见图 12.1-1。

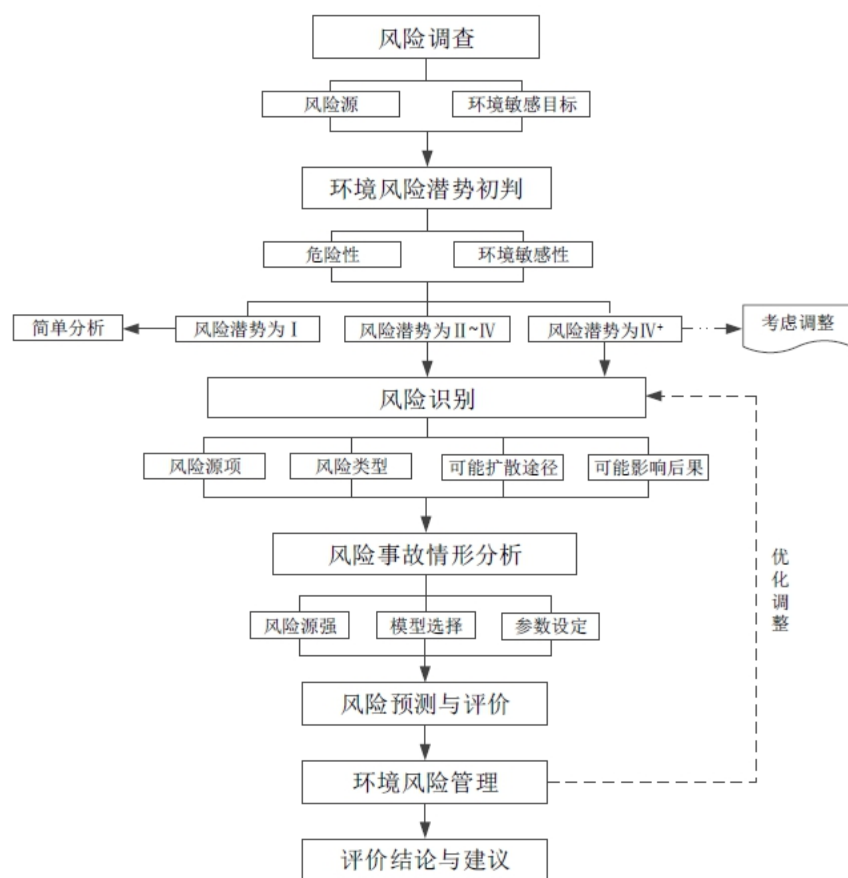


图 12.1-1 评价工作程序

12.2 环境风险调查

12.2.1 危险物质数量和分布

本工程运输的物质为商品化净化天然气，天然气中的主要组分为甲烷，

其余有小部分的乙烷、丙烷等物质。

本工程是由 3 条线路、4 个站场组成的输气系统。阀室的主要功能为在非正常工况下将线路进行截断，阀室内无任何存储或处理设施。

1） 线路工程危险单元分布

根据在紧急情况下可进行截断隔离的原则，本工程线路工程共有危险单元 15 段，分布在四川省、重庆市，其中本次评价工作在 8#阀室-9#阀室间管段的界面位于 8#阀室-铜梁、合川界，铜梁、合川界-9#阀室间管道不在本次评价的工作范围内，但根据导则，线路危险单元为两个截断阀之间的管段，因此本评价将铜梁、合川界-9#阀室间管段作为一个危险单元进行评价。本工程线路工程各危险单元在线量如下表所示。

表 12.2-1 本工程各危险单元危险物质在线量与分布

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)
威远-内江段					
1	威远首站-1#阀室	13.38	1016	10	770.11
2	1#阀室-2#阀室	21.83	1016	10	1256.47
3	2#阀室-3#阀室	22.7	1016	10	1306.54
4	3#阀室-内江注入站	23.61	1016	10	1358.92
内江-铜梁段					
5	内江注入站-4#阀室	22.5	1219	10	1864.23
6	4#阀室-5#阀室	16.6	1219	10	1375.39
7	5#阀室-6#阀室	16.43	1219	10	1361.30
8	6#阀室-7#阀室	19.62	1219	10	1625.61
9	7#阀室-铜梁压气站	20.64	1219	10	1710.12
10	铜梁压气站-8#阀室	22.58	1219	10	1870.86
11	8#阀室-9#阀室	19.4	1219	10	1607.38
泸县-内江段					
12	泸县首站-1#阀室	13	1219	10	842.63
13	LX1#阀室-LX2#阀室	21.5	1219	10	1869.20
14	LX2#阀室-LX3#阀室	22.2	1219	10	1904.00
15	LX3#阀室-内江注入站	23.3	1219	10	1783.03

2） 站场工程危险单元分布情况

本工程设置站场 4 座。站场的主要功能为过滤、计量、紧急截断、清管、放空，站场内有一定长度的管道，管道内物质为天然气。本工程所有站场均为独立的危险单元，其危险物质在线量及分布如下表所示。

表 12.2-2　本工程站场危险单位分布

序号	站场名称	在线量(t)
1	威远首站	0.13382
2	内江注入站	1.3382
3	铜梁压气站	1.3382
4	泸县首站	1.3382

12.2.2　环境敏感目标

本项目环境风险因素是气态污染物，因此主要环境风险因素是对大气环境的影响，环境风险评价范围内敏感目标是集中性居住区和社会关注点。本项目风险评价范围内的村庄分布情况具体见附表和附图。

可研阶段，管道两侧 100 米范围内共有 567 处居民点，居民户数 7025 户。经初步设计优化，100 米范围内的居民点减少至 299 处，居民户数减少至 3606 户。评估会后，在初步设计优化的基础上，通过进一步调整局部线路，管道两侧 100 米范围内的居民点由 299 处减少至 289 处，户数由 3606 户减少至 3520 户，其中 50m 内减少 57 户。具体见表 12.2-3。

表 12.2-3　本工程沿线近距离村庄分布和数量情况

序号	省份	可研管线路由			初步设计优化路由			最新优化路由		
		与村庄距离（米）	100 米内村庄数量（个）	100 米内涉及户数（户）	与村庄距离（米）	100 米内村庄数量（个）	100 米内涉及户数（户）	与村庄距离（米）	100 米内村庄数量（个）	100 米内涉及户数（户）
1	四川省	5～95	226	3763	3～95	109	1897	3～95	104	1706
2	重庆市	5～100	341	3262	1～95	190	2041	1～91	185	1814
	合计		567	7025		299	3606		289	3520

另外，本工程管道沿线近距离还有生态环境保护目标以及地表水、地下水等环境保护目标，详细情况见第 1 章节。本工程穿越的大中型河流、公路、铁路等见第 2 章节。

12.3　环境风险潜势初判

12.3.1　危险物质及工艺系统危险性判断

12.3.1.1　Q 值的判断

1） 管道系统Q的判断

本工程涉及的危险物质为甲烷，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录C附录B，甲烷的CAS号为74-82-8，其临界量为10t，如下表所示。

表12.3-1 甲烷物质危险性

物质名称	CAS号	临界量/t
甲烷	74-82-8	10

根据Q值的计算方法，本工程Q值如下表所示。

表12.3-2 本工程管段Q值计算表

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)	Q值
威远-内江段						
1	威远首站-1#阀室	13.38	1016	10	770.11	77.01
2	1#阀室-2#阀室	21.83	1016	10	1256.47	125.65
3	2#阀室-3#阀室	22.7	1016	10	1306.54	130.65
4	3#阀室-内江注入站	23.61	1016	10	1358.92	135.89
内江-铜梁段						
5	内江注入站-4#阀室	22.5	1219	10	1864.23	186.42
6	4#阀室-5#阀室	16.6	1219	10	1375.39	137.54
7	5#阀室-6#阀室	16.43	1219	10	1361.30	136.13
8	6#阀室-7#阀室	19.62	1219	10	1625.61	162.56
9	7#阀室-铜梁压气站	20.64	1219	10	1710.12	171.01
10	铜梁压气站-8#阀室	22.58	1219	10	1870.86	187.09
11	8#阀室-9#阀室	19.4	1219	10	1607.38	160.74
泸县-内江段						
12	泸县首站-1#阀室	13	1219	10	842.63	84.26
13	LX1#阀室-LX2#阀室	21.5	1219	10	1869.20	186.92
14	LX2#阀室-LX3#阀室	22.2	1219	10	1904.00	190.40
15	LX3#阀室-内江注入站	23.3	1219	10	1783.03	178.30

2） 站场Q值的判断

本工程仅设置4座站场，站场设置功能有气体过滤与计量、站场紧急截断和放空、清管器接收、事故状态及维修时的放空和排污等。站场内存储的危险物质为甲烷，站场Q值如下表所示。

表 12.3-3　本工程站场 Q 值

序号	站场名称	在线量(t)	临界量(t)	Q 值
1	威远首站	0.13382	10	0.013382
2	泸县首站	1.13382	10	0.13382
3	内江注入站	1.3382	10	0.13382
4	铜梁压气站	1.3382	10	0.13382

由上表可见，本工程站场 Q 值均小于 1，因此，本评价只需对站场环境风险做简单分析，无需再行判定其 M 值及环境敏感程度。

12.3.1.2　M 值的判断

本工程按截断阀室及站场间管段计算，共有 15 段，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C，本工程每段管道的 M 值均为 10，即为 M3。

12.3.1.3　危险物质及工艺系统危险性判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C 中表 C.2，判断本工程的危险物质及工艺系统危险性等级 P 的判断如下表所示。

表 12.3-4　本工程危险物质及工艺系统危险性判断

序号	危险单位名称	长度(km)	在线量(t)	Q 值	M 值	P 值
威远-内江段						
1	威远首站-1#阀室	13.38	770.11	77.01	10	P3
2	1#阀室-2#阀室	21.83	1256.47	125.65	10	P2
3	2#阀室-3#阀室	22.7	1306.54	130.65	10	P2
4	3#阀室-内江注入站	23.61	1358.92	135.89	10	P2
内江-铜梁段						
5	内江注入站-4#阀室	22.5	1864.23	186.42	10	P2
6	4#阀室-5#阀室	16.6	1375.39	137.54	10	P2
7	5#阀室-6#阀室	16.43	1361.30	136.13	10	P2
8	6#阀室-7#阀室	19.62	1625.61	162.56	10	P2
9	7#阀室-铜梁压气站	20.64	1710.12	171.01	10	P2
10	铜梁压气站-8#阀室	22.58	1870.86	187.09	10	P2
11	8#阀室-9#阀室	19.4	1607.38	160.74	10	P2
泸县-内江段						
12	泸县首站-1#阀室	13	842.63	84.26	10	P3
13	LX1#阀室-LX2#阀室	21.5	1869.20	186.92	10	P2
14	LX2#阀室-LX3#阀室	22.2	1904.00	190.40	10	P2
15	LX3#阀室-内江注入站	23.3	1783.03	178.30	10	P2

12.3.2　环境敏感程度分级

本工程是由输气管道和站场阀室组成的输气系统，阀室的功能主要为

监控、监视、截断等，阀室内无生产贮存设施；站场具有计量、过滤、清管、截断、放空等。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录D，依据本工程各管段周边200m范围内每公里人口确定本工程各管段环境敏感程度分级E值。

表12.3-5　管道系统环境敏感程度分级

序号	管段名称	长度(km)	管段周边200m范围内人口数	管段周边200m范围内每公里人口数	E值
威远-内江段					
1	威远首站-1#阀室	13.38	1567	117	E2
2	1#阀室-2#阀室	21.83	2349	108	E2
3	2#阀室-3#阀室	22.7	2986	132	E2
4	3#阀室-内江注入站	23.61	1812	77	E3
内江-铜梁段					
5	内江注入站-4#阀室	22.5	1901	84	E3
6	4#阀室-5#阀室	16.6	883	53	E3
7	5#阀室-6#阀室	16.43	1021	62	E3
8	6#阀室-7#阀室	19.62	1071	65	E3
9	7#阀室-铜梁压气站	20.64	1636	79	E3
10	铜梁压气站-8#阀室	22.58	2480	110	E2
11	8#阀室-9#阀室	19.4	760	39	E3
泸县-内江段					
12	泸县首站-LX1#阀室	13	1059	104	E2
13	LX1#阀室-LX2#阀室	21.5	2163	101	E2
14	LX2#阀室-LX3#阀室	22.2	2416	105	E2
15	LX3#阀室-内江注入站	23.3	2306	99	E3

12.3.3　环境风险潜势初判

根据12.3.1章节和12.3.2章节中对于本工程危险物质及工艺系统危险性等级和大气环境敏感程度的判断，本工程环境风险潜势如表12.3-6所示。

表 12.3-6　本工程各管段环境风险潜势初判

序号	管段名称	P 值	E 值	环境风险潜势
威远-内江段				
1	威远首站-1#阀室	P3	E2	III
2	1#阀室-2#阀室	P2	E2	III
3	2#阀室-3#阀室	P2	E2	III
4	3#阀室-内江注入站	P2	E3	III
内江-铜梁段				
5	内江注入站-4#阀室	P2	E3	III
6	4#阀室-5#阀室	P2	E3	III
7	5#阀室-6#阀室	P2	E3	III
8	6#阀室-7#阀室	P2	E3	III
9	7#阀室-铜梁压气站	P2	E3	III
10	铜梁压气站-8#阀室	P2	E2	III
11	8#阀室-9#阀室	P2	E3	III
泸县-内江段				
12	泸县首站-1#阀室	P3	E2	III
13	1#阀室-2#阀室	P2	E3	III
14	2#阀室-3#阀室	P2	E2	III
15	3#阀室-内江注入站	P2	E3	III

12.4　评价等级和评价范围

12.4.1　评价等级

本工程输送的介质为天然气，天然气不溶于水，即本工程在事故情形下的环境影响途径主要为大气，根据 12.3 章节中对各危险单元环境风险潜势的初判，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)中对于评价等级的规定(如下表所示)，可以确定本工程各管段评价等级(见表 12.4-2)，本工程各站场因危险物质在线量均小于其临界量，只需进行简单分析，无需判定评价等级。

表 12.4-1　风险评价工作等级划分

环境风险潜势	IV⁺、IV	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
[a] 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明。				

表 12.4-2　本工程各管道环境风险评价工作等级一览

序号	管段名称	环境风险潜势	评价等级
威远-内江段			
1	威远首站-1#阀室	III	二级
2	1#阀室-2#阀室	III	二级
3	2#阀室-3#阀室	III	二级
4	3#阀室-内江注入站	III	二级
内江-铜梁段			
5	内江注入站-4#阀室	III	二级
6	4#阀室-5#阀室	III	二级
7	5#阀室-6#阀室	III	二级
8	6#阀室-7#阀室	III	二级
9	7#阀室-铜梁压气站	III	二级
10	铜梁压气站-8#阀室	III	二级
11	8#阀室-9#阀室	III	二级
泸县-内江段			
12	泸县首站-1#阀室	III	二级
13	1#阀室-2#阀室	III	二级
14	2#阀室-3#阀室	III	二级
15	3#阀室-内江注入站	III	二级

由上表可以看出，本工程各管段环境风险评价等级均为二级，因此，本工程环境风险评价等级为二级。

12.4.2　评价范围

根据本工程环境风险评价等级，可确定本工程的大气环境风险评价范围为：管道中心线两侧各 200m，站场站址周边 5km 的区域。

12.5　环境风险识别

12.5.1　输送介质危险性分析

本工程输送物质为商品净化天然气，天然气中主要组份为甲烷、乙烷、丙烷等，各主要组分基本性质见表 12.5-1，天然气的危险特性见表 12.5-2，主要组份甲烷的物质特性见表 12.5-3。

由表可见，天然气具有以下危险特性：

1)　易燃性

天然气属于甲类火灾危险物质。对于石油蒸汽、天然气常常在作业场所或储存区弥散、扩散或在低洼处聚集，在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧，因此具有较大的火灾危险性。

2)　易爆性

天然气与空气组成混合气体，其浓度处于一定范围时，遇火即发生爆炸。天然气(甲烷)的爆炸极限范围为5～15(%V/V)，爆炸浓度极限范围愈宽，爆炸下限浓度值越低，物质爆炸危险性就越大。

3)　毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属“单纯窒息性气体”，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到25%～30%时出现头晕，呼吸加速、运动失调。

4)　热膨胀性

天然气随温度升高膨胀特别明显。如果站场储存容器遭受暴晒或靠近高温热源，容器内的介质受热膨胀造成容器内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏储存容器，造成介质泄漏。天然气储存容器在低温下还可能引起外压失稳。

5)　静电荷聚集性

虽然静电荷主要发生在油品的运输、流动、装卸等工艺中，但是压缩气体从管口或破损处高速喷出时，由于强烈的摩擦作用，也会产生静电。静电的危害主要是静电放电。如果静电放电产生的电火花能量达到或大于可燃物的最小点火能，就会立即引起燃烧、爆炸。

6)　易扩散性

天然气的泄漏不仅会影响管道的正常输送，还会污染周围的环境，甚至使人中毒，更为严重的是增加了火灾爆炸的危险。当管道系统密封不严时，天然气极易发生泄漏，并可随风四处扩散，遇到明火极易引起火灾或爆炸。

表12.5-1　天然气主要组分基本性质

组分	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	$I-C_4H_{10}$	C_5-C_{11}
密度(kg/Nm^3)	0.72	1.36	2.01	2.71	2.71	3.45
爆炸上限%(v)	5.0	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4
爆炸下限%(v)	15.0	13.0	9.5	8.4	8.4	8.3
自燃点(℃　)	645	530	510	490	/	/
理论燃烧温度(℃)	1830	2020	2043	2057	2057	/
燃烧1m^3气体所需空气量(m^3)	9.54	111.7	23.9	31.02	31.02	38.18
最大火焰传播速度(m/s)	0.67	0.86	0.82	0.82	/	/

表 12.5-2 天然气的危险特性

临界温度℃		-79.48	燃烧热 kJ/kmol	884768.6
临界压力 bar		411.7	LFL(%V/V)	4.56
标准沸点℃		-162.81	UFL(%V/V)	19.13
溶点℃		-178.9	分子量 kg/kmol	111.98
最大表明辐射能 kW/m^2		200.28	最大燃烧率 $kg/m^3.s$	0.13
爆炸极限%(v)	上限	15	燃烧爆炸危险度	1.8
	下限	5	危险性类别	第 2.1 类 易燃气体
密度 kg/m^3		0.73(压力 1atm，温度 20℃状态下)		

表 12.5-3 甲烷物质特性

类别	项目	甲烷(methaneCASNo.： 74-82-8)
理化性质	外观及性状	无色无臭气体
	分子式/分子量	CH_4/111.04
	熔点/沸点(℃)	-182.5/-161.5
	密度	相对密度(水=1)：0.42(-164℃)；相对蒸气密度(空气=1)：0.56
	饱和蒸汽压(kPa)	53.32(-168.8℃)
	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚
燃烧爆炸危险性	危险标记	4 易燃气体
	闪点/引燃温度(℃)	-188/538
	爆炸极限(vol%)	爆炸上限%(V/V)：15；爆炸下限%(V/V)：5
	稳定性	稳定
	危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
毒理性质	毒性	属微毒类。允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。有单纯性室息作用，在高浓度时因缺氧窒息而引起中毒。空气中达到 25%～30%出现头昏、呼吸加速、运动失调。 急性毒性：小鼠吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用；兔吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用。
	健康危害	甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。

续表 12.5-3 甲烷物质特性

类别	项目	甲烷(methaneCASNo.： 74-82-8)
泄漏处置	人员撤离、防火处置、通风处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器妥善处理修复检验后再用。
防护措施	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩带自吸过滤式防毒面具(半面罩)。
	眼睛防护	一般不需要特别防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
	身体防护	穿防静电工作服
	手防护	戴一般作业防护手套
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
急救措施	皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

12.5.2 次生环境风险物质危险性分析

本工程管道和站场发生泄漏事故时，泄漏天然气遇明火或高温发生火灾爆炸时伴生的二次污染物主要是CO，其性质见表 12.5-4。

表 12.5-4 CO 的危险特性

标识	中文名	一氧化碳	CAS	630-08-0	RTECS 号	FG3500000
	英文名	Carbon monoxide	分子量	28	UN 编号	1016
	分子式	CO			危险货物编号	21005
理化性质	外观与性状	无色、无味气味				
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、苯、氯仿等多数有机溶剂				
	熔点(℃)	-205	相对密度(水=1)	1.25(0℃)	燃烧热(kJ/mol)	285.624
	沸点(℃)	-191.5	相对密度(空气=1)	0.97	饱和蒸汽压(kPa)	无资料
	燃烧性	易燃	临界温度(℃)	-140.2	临界压力(MPa)	3.50
闪点(℃)		＜-50	引燃温度(℃)	610	燃烧(分解)产物	二氧化碳
建规火险分级		甲类	爆炸下限(V%)	12.5	爆炸上限(V%)	74.2
稳定性		稳定	禁忌物	强氧化剂	聚合危害	不聚合
危险性类别		第 2.1 类易燃气体	危险货物包装标志	2	包装类别	052
危险特性	一种易燃易爆气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸					
灭火方法	炸切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。					
储运注意事项	储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、碱类、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。					
健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、耳鸣、心悸、呕吐、无力，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 10%；中度中毒者除上述症状外，还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 30%；重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、严重心肌损害等，血液碳氧血红蛋白可高于 50%。慢性影响：能否造成慢性中毒及对心血管影响无定论。					
急救	吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。					
防护措施	工程防护	生产过程密闭，加强通风；提供安全淋浴和洗眼设备。				
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器、一氧化碳过滤式自救器。				
	眼睛防护	一般不需要特殊防护				
	防护服	穿相应的防护服。				
	其他	工作现场严禁吸烟。实行就业前和定期的体检。避免高浓度吸入。进入限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。				
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。					

12.5.3 生产设施风险识别

根据项目工程分析，项目涉及的生产设施主要是阀室与输气管道。输气管道涉及的危险性物料输送量大，对管道的承压、密封和耐腐蚀要求较高，存在因管道破裂发生物料泄漏及着火爆炸的可能。

本工程管线属于长输管道，输送的介质具有易燃、易爆危险性。在设计、施工、运行管理过程中，可能存在设计不合理、施工质量问题、腐蚀、疲劳等因素，可能造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位泄漏而引起火灾、爆炸事故。

1） 设计不合理

(1) 材料选材、设备选型不合理

在确定管子、管件、法兰、阀门、机械设备、仪器仪表材料时，未充分考虑材料的强度，若管线的选材不能满足强度要求，管道存在应力开裂危险。

(2) 管线布置、柔性考虑不周

管线布置不合理，造成管道因热胀冷缩产生变形破坏或振动；埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地质影响、温差变化等，对运行管道产生管道位移具有重要影响，柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面，将会引起管道弯曲、拱起甚至断裂。管内介质不稳定流动和穿越公路、铁路处地基振动产生的管道振动也可能导致管道位移。

(3) 结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道、压力设备结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

(4) 防雷、防静电设计缺陷

管道工程如果防雷、防静电设计不合理、设计结构、安装位置等不符合法规、标准要求，会为工程投产后带来很大的安全隐患。

2） 穿越工程危险、有害因素分析

本工程管道在敷设途中，多处穿越公路、铁路及河流，对于穿越段管道，存在以下危险、有害因素：

(1) 河流穿越的影响

河流穿越处对管道的破坏形式主要有河床的下切和河岸的扩张两种。在汛期水量急增的情况下，容易造成河床段管道的下切暴露，甚至冲断。河岸垮塌严重，也会造成岸坡管道的暴露悬空。

(2) 公路、铁路穿越的影响

管道穿越高速公路、Ⅰ、Ⅱ级公路或有特殊要求的公路时，采用顶管方式施工。铁路采取顶管和开挖加套管的方式穿越。道路上车辆通过时产生的振动会对管道产生管道应力破坏。

(3) 带套管穿越的影响

管线带套管穿越高等级公路时，由于套管对阴极保护电流的屏蔽作用，无法使套管内工作管得到应有的保护，为此可研对这些输送管补加牺牲阳极进行保护，可以有效抑制阴极保护失效的影响。

3) 腐蚀、磨蚀

本工程管道沿线地区土壤电阻率随季节性变化，可能存在由杂散干扰引起的波动等因素。容易引起防腐失效，腐蚀既有可能大面积减薄管的壁厚，导致过度变形或爆破，也有可能导致管道穿孔，引发漏气事故。另外，如果管道的阴极保护系统故障或受到人为破坏，使被保护管段短时失去保护，也可能导致管线腐蚀。

在管输工艺过程中，若天然气中所含尘粒等固体杂质未被有效分离清除，同时管输天然气的流速较高，会冲击、磨蚀管道或设备材料表面，在管线转弯处尤为严重，从而可能导致局部减薄、刺漏。

管道接近交流电源输送线路和电气化铁路存在着一定风险。这些用电设备的接地故障及输气管道的感应过程，都会损坏管道的防腐涂层，从而对管道安全造成威胁。如果保护管道的相应措施不当，输电线路及电气化铁路产生的杂散电流对输气管道防腐层则可能产生破坏作用。

4) 疲劳失效

管道、设备等设施在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即为因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，即使在交变应力低于材料屈服极限的情况下，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。

管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，穿越公路处地基振动产生管道振动等均会产生交变应力。而管道、设备等设施在制造过程中，不可避免的存在开孔或支管连接、焊缝缺陷，这些几何不连续造成应力集中，由于交变应力的作用将在这些部位产生疲劳裂纹，疲劳裂纹逐渐扩展贯穿整个壁厚后，会导致天然气泄漏或火灾、爆炸事故。

5） 施工机械漏油

管道工程施工过程当中会使用多种施工机械。其中，多数机械使用柴油作为动力。本工程施工机械会定期保养，漏油的可能性很小。

12.5.4 环境影响途径识别

1） 施工机械设备漏油

施工机械设备通常以柴油、汽油作为燃料。若油品存放、处理不当，则可能造成柴油、汽油进入水体，从而对水体水质和水体内水生生物的生境造成影响。

2） 施工机械漏油扩散

拟建工程施工机械漏油影响水环境的途径是通过下渗进入潜水层，污染地下水；降雨后随雨水汇入河流，从而污染地表水。

3） 定向钻施工冒浆风险识别

拟建工程施工期定向钻施工需使用泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量$NaCO_3$，呈弱碱性。若在施工过程中出现泥浆泄漏，或者废弃泥浆没有得到合理处置，则可能会对周围土壤造成污染，若进入地表水体将对地表水水质造成影响。

4） 本工程河流穿越等施工过程中如果发生涌水、施工机械油品泄漏等情况，如果处置不当，则可能进入水环境当中。

5） 本项目管道一旦发生泄漏，泄漏出的天然气和发生爆炸后燃烧产生的CO为气态污染物，其进入大气环境后，通过大气扩散对项目周围大气环境造成危害。

12.5.5 同类管道工程事故调查

12.5.5.1 国外同类事故统计与分析

1） 欧洲

欧洲是天然气工业发展比较早，也是十分发达的地区，经过几十年的

发展和建设，该地区的跨国管道已将许多欧洲国家相连，形成了密集复杂的天然气网络系统。为了更有效地掌握输气管道事故发生的频率和原因，1982 年开始，6 家欧洲气体输送公司联合开展了收集所属公司管道事故的调查工作。这项工作得到了各大输气公司的积极响应，并据此成立了一个专门组织即欧洲输气管道事故数据组织(EGIG)。目前，EGIG 已经涵盖了 17 家欧洲主要天然气管道运营单位，管道长度约 14.3×10^4km(管道压力≥1.5MPa，包括 DN100mm 以下的管道)。这个数据库已经在世界各地的燃气管道安全分析中广泛应用，对提高管道安全发挥了作用。

(1) 事故率统计

2020 年 12 月，EGIG 发布了“11^{th} EGIG report”，对 1970 年～2019 年共 50 年间该组织范围内所辖的输气管道的事故进行统计分析。根据该报告，1970 年～2019 年间，共发生事故 1411 起。每年发生的事故次数统计见图 12.5-1。

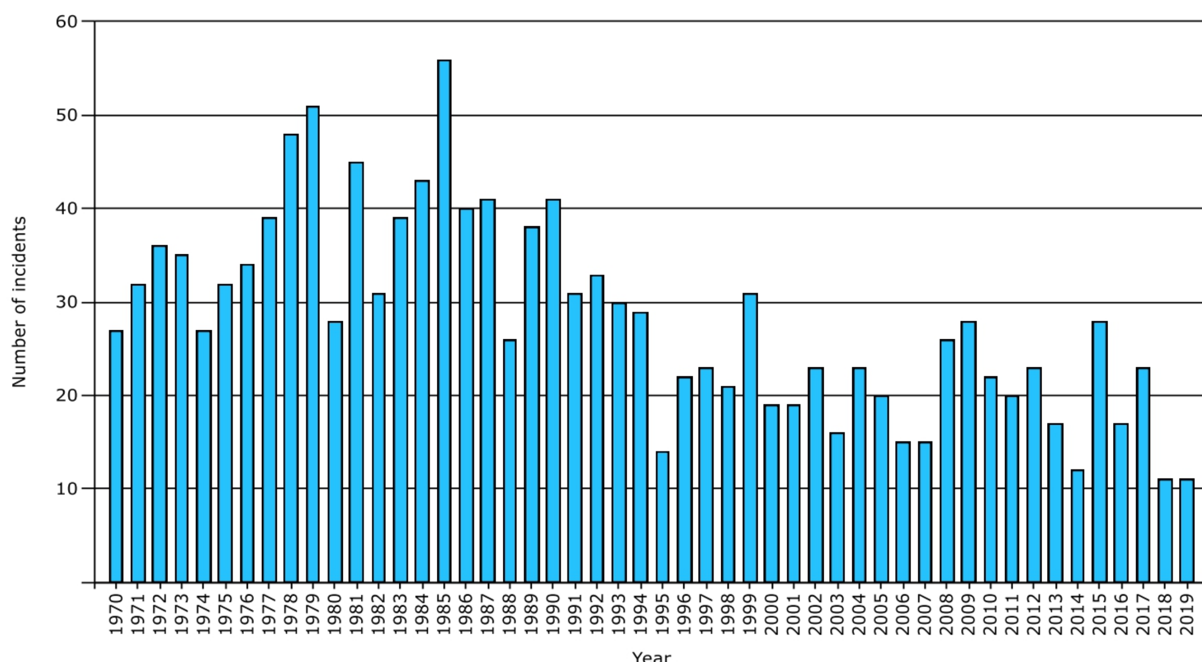


图 12.5-1 历年事故次数统计(1970～2019)

EGIG 对 1970～2019 年 50 年间、40 年、30 年、20 年、10 年以及 5 年等各个时间段的事故率进行了对比，具体见表 12.5-5。1970-2019 年间总事故率为 0.292/1000km•a，与 1970-2016 年间总事故率 0.31/1000km•a 相

比，稍微有所下降。2015-2019 近 5 年间，事故率仅为 0.126/1000km•a。

表 12.5-5　不同时段事故率统计

统计时段	统计年数	事故次数(次)	统计管道总长($\times10^6$km • a)	事故率(/1000km • a)
1970-2007	38 年	1173	3.15	0.372
1970-2010	41 年	1249	3.55	0.351
1970-2013	44 年	1309	3.98	0.329
1970-2016	47 年	1366	4.41	0.310
1970-2019	50 年	1411	4.84	0.292
1980-2019	40 年	1050	4.36	0.241
1990-2019	30 年	663	3.63	0.183
2000-2019	20 年	388	2.64	0.147
2010-2019	10 年	184	1.42	0.129
2015-2019	5 年	90	0.71	0.126

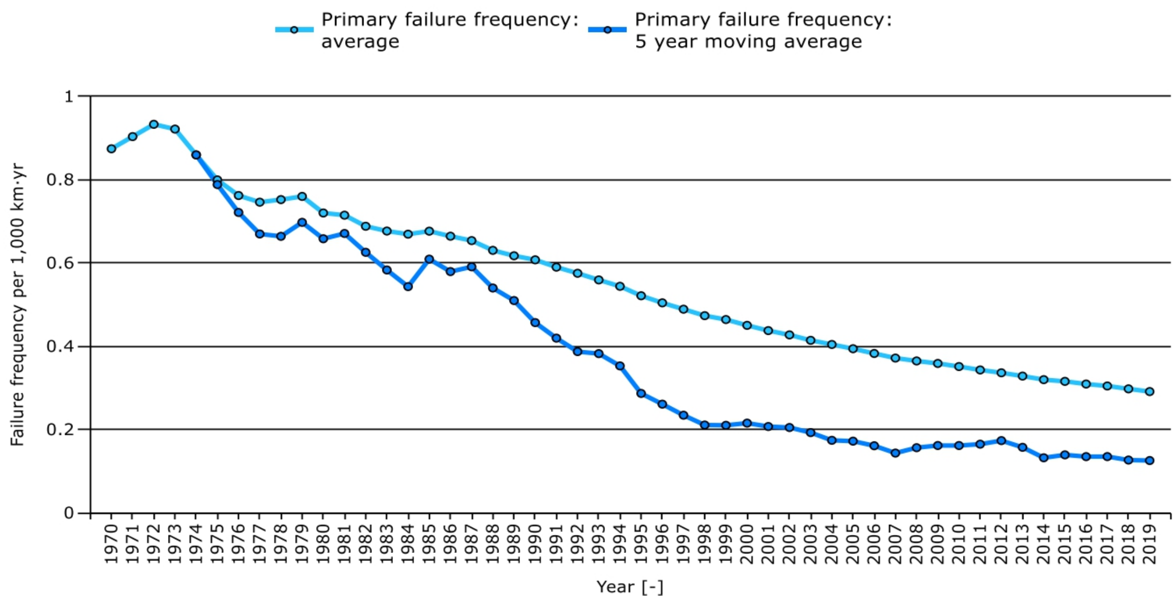


图 12.5-2　事故率变化趋势(EGIG)

图 12.5-2 为事故率变化情况。从该图可知，事故率稳步下降，从 1970 年的 0.87/1000km·a，降至 2019 年的 0.29/1000km • a；其 5 年移动平均事故率更是降至最初的六分之一，由 0.86/1000km • a 降至 0.13/1000km • a。

(2)　事故原因统计

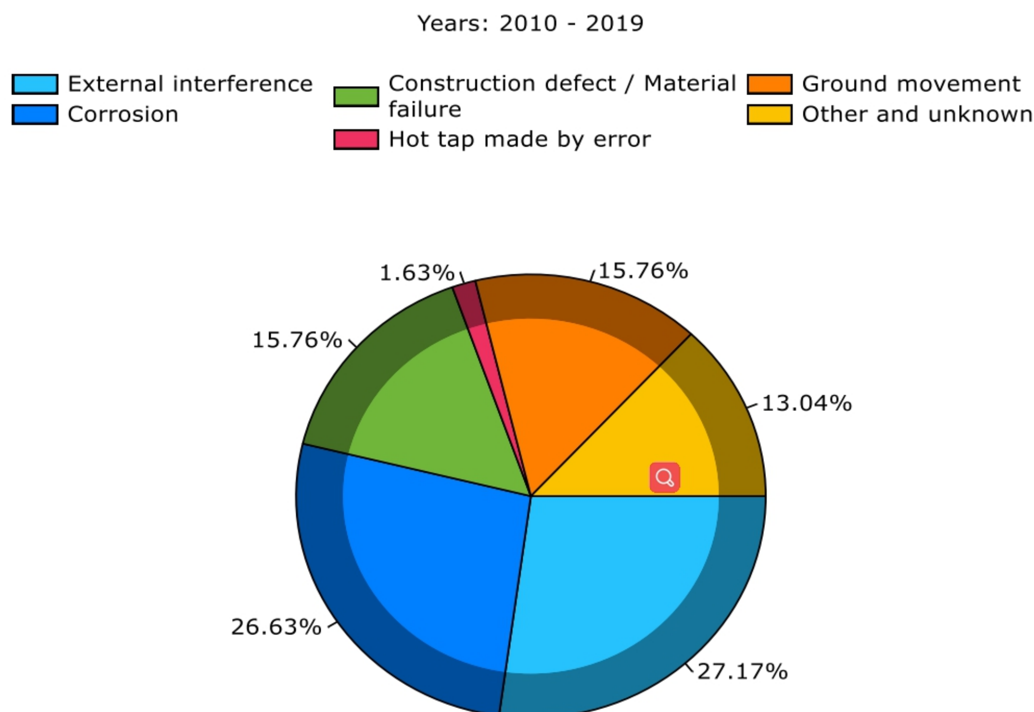


图 12.5-3　欧洲输气管道事故原因统计(2010～2019)

根据统计，近十年来，腐蚀和第三方破坏导致的事故占比不相上下。第三方破坏事故占比 27.17%，腐蚀事故占比 26.63%，施工和材料缺陷事故、地基位移占比均为 15.76%，其他原因和误操作等事故分别位于第 5、6 位，详见图 12.5-3。前三项事故原因不仅是造成欧洲输气管道事故的主要因素，而且也是整个世界管道工业中事故率最高的三大因素。

图 12.5-4、表 12.5-6 展示了不同事故原因导致的各种泄漏孔径的事故率数值。虽然近年来事故率有所下降，但是对于某种孔径的泄漏来说，其产生原因依然没变。导致穿孔事故和破裂事故的原因依然主要是第三方破坏，针孔泄漏依然主要是由腐蚀导致的。

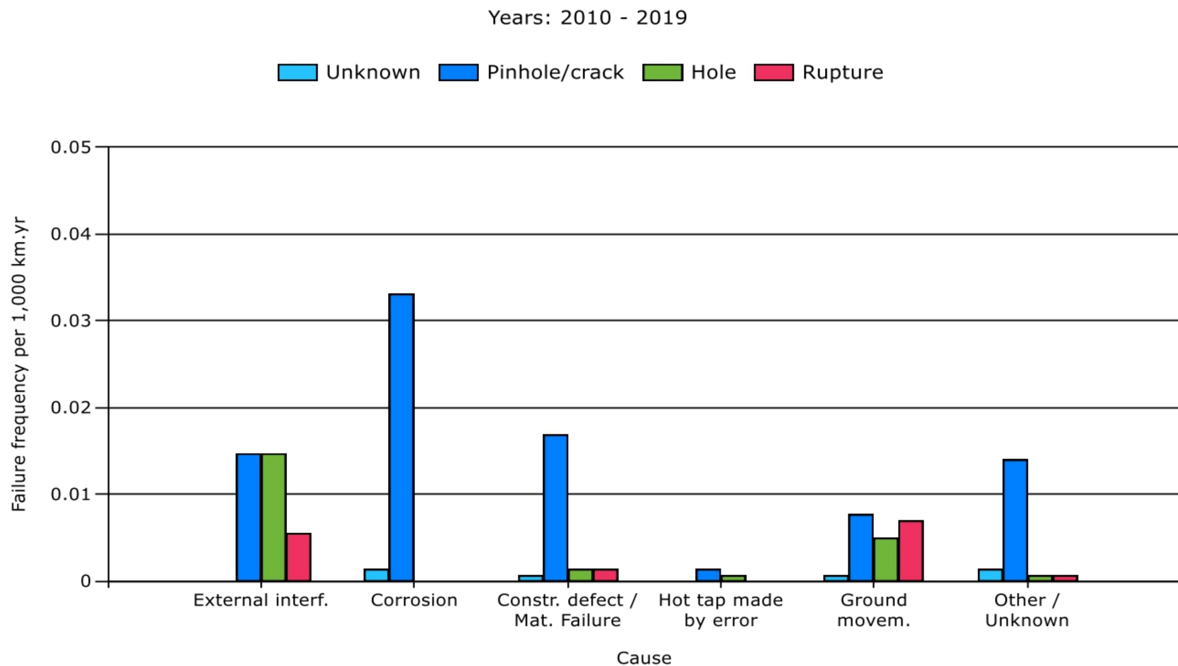


图 12.5-4　不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计(2010～2019)

表 12.5-6　不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计(2010～2019)

泄漏孔径类型	事故率(/1000km • a)					
	第三方破坏	腐蚀	施工/材料缺陷	热损伤	地基位移	其他未知原因
破裂	0.006	0.000	0.001	0.000	0.007	0.001
穿孔	0.015	0.000	0.001	0.001	0.005	0.001
针孔	0.015	0.033	0.017	0.001	0.008	0.014
未知	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001

①　第三方破坏

第三方破坏指的是由外在原因或由第三方以及不可抗拒的外力而引发的管道事故，它是造成欧洲输气管道事故的首要原因，近十年来约占事故总数的 27.17%。随着对如何防止第三方破坏的重视，近十年来由第三方破坏引发的事故率已降至 0.036/1000km•a。

EGIG 调查结果还显示管道事故的发生频率与管道直径、埋深和壁厚均有关系。图 12.5-5 至图 12.1-6 分别列出了因第三方破坏引发的管道事故率与不同管径、埋深和壁厚的关系。

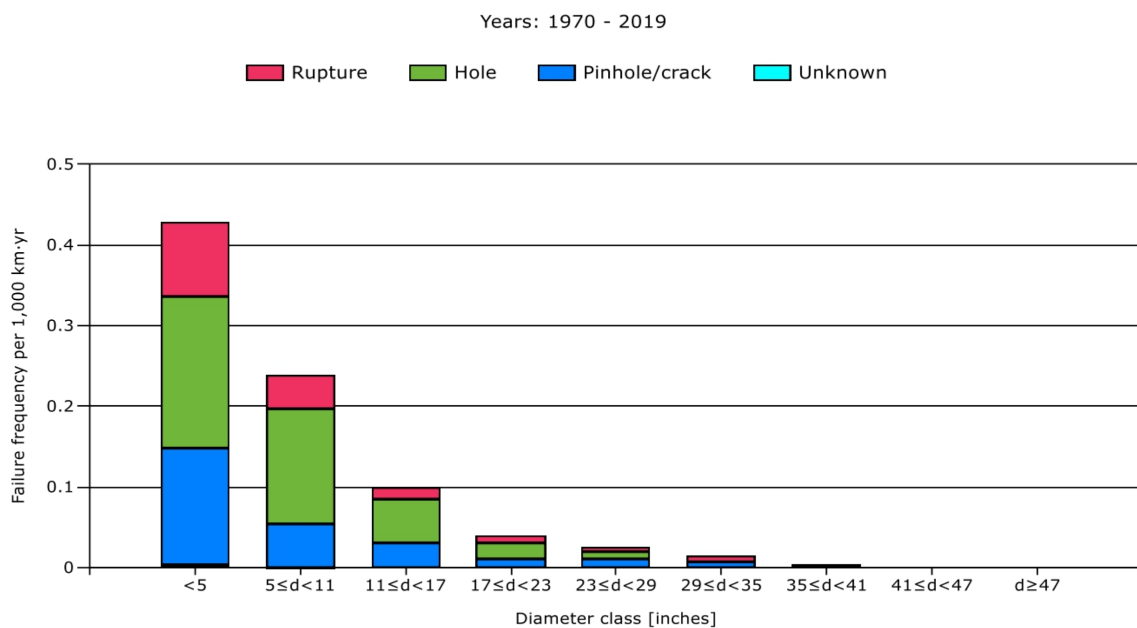


图 12.5-5　不同管径管道因第三方破坏导致的各类泄漏事故率统计(1970～2019)

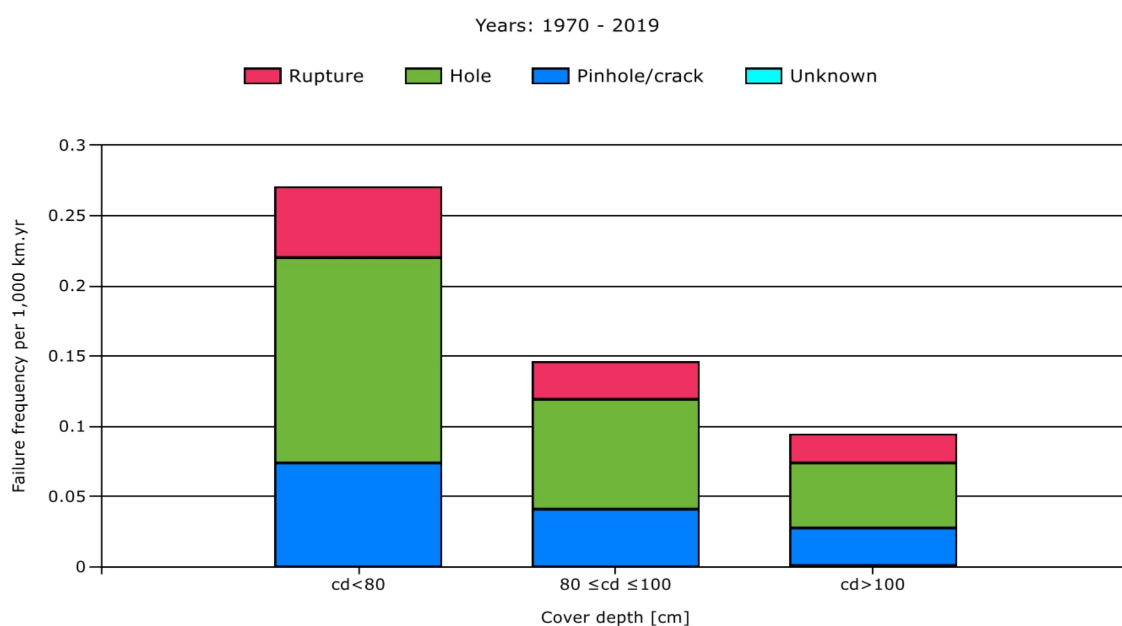


图 12.5-6　不同埋深的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计(1970～2019)

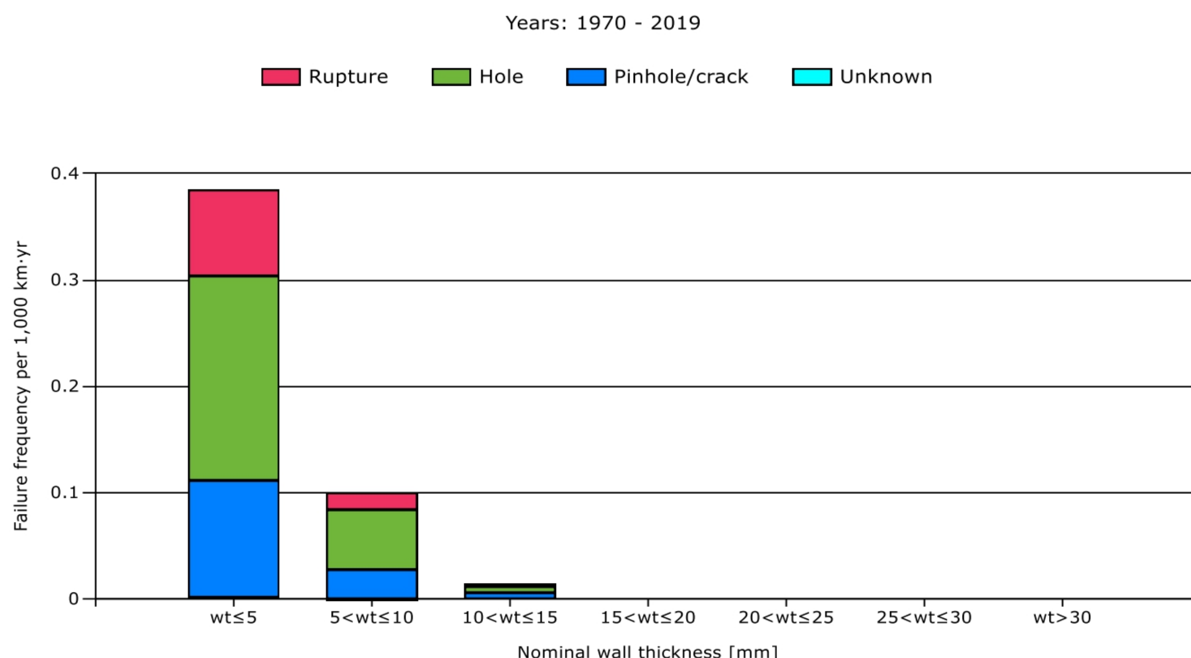


图 12.1-7　不同壁厚的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

由图 12.5-5 至图 12.5-7 得出的结论为：管径较小的管道，其事故率高于管径较大管道的事故率。因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以小管径管道更容易受到第三方破坏；管道埋深越深，第三方破坏事故率越低；管道壁厚越厚，第三方破坏事故率也越低；

研究还显示，近年来各种填埋深度的管道与之前同样埋深的管道相比，事故率也有所下降；15mm 以上壁厚的管道，没有发生过第三方破坏事故。

② 腐蚀

腐蚀也是欧洲输气管道泄漏的主要原因之一，且通常发生在薄壁管上。根据 EGIG 的统计结果，近十年来腐蚀引发的事故率排在第二位，占事故总数的 26.63%。图 12.5-8～图 12.5-10 给出了腐蚀导致的管道事故率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚之间的关系。

从图 12.5-8～图 12.5-10 可知：

早期建设的管道，主要采用沥青作为防腐层，事故率较高；近年来，大多数管道采用诸如聚乙烯类材料的现代涂层，腐蚀事故率明显下降；聚乙烯涂层与其他类型涂层相比，可大大降低管道的腐蚀事故率。

腐蚀事故率随着管道壁厚增加而下降。主要原因为：腐蚀过程跟时间有关，跟管道壁厚没有关系。但是管壁越薄越容易因腐蚀而损坏。管壁越

厚的管道，发生腐蚀损坏需要的时间就越长，因此也就有更多的机会被检测到。

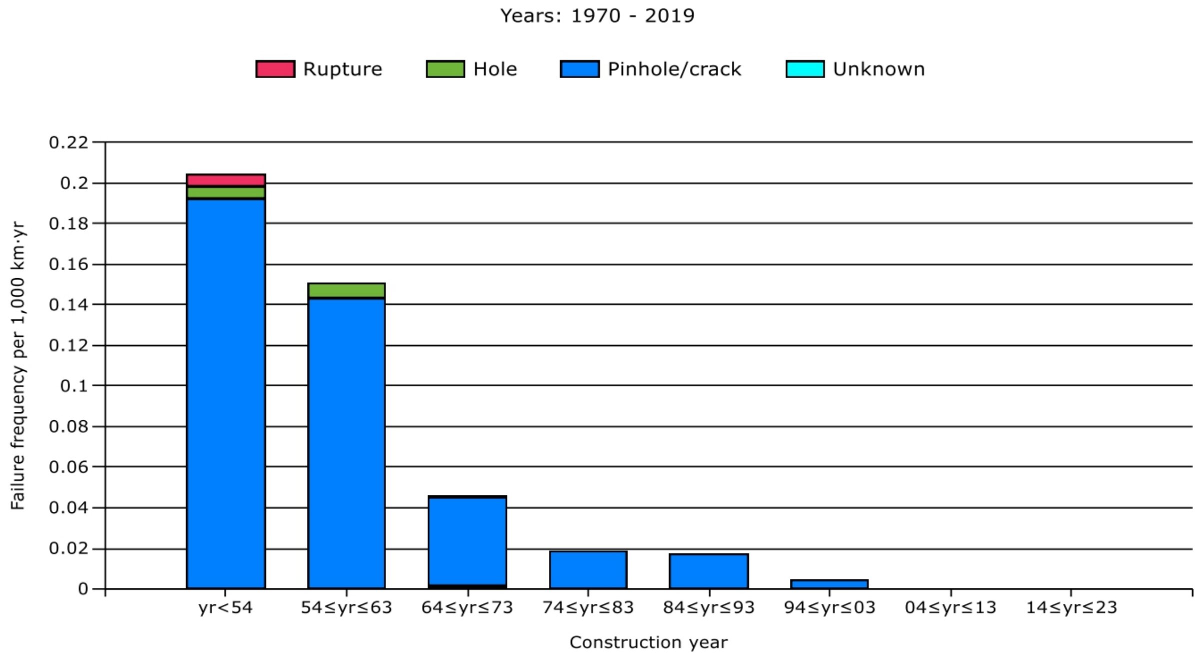


图 12.5-8　不同年代建设的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2019)

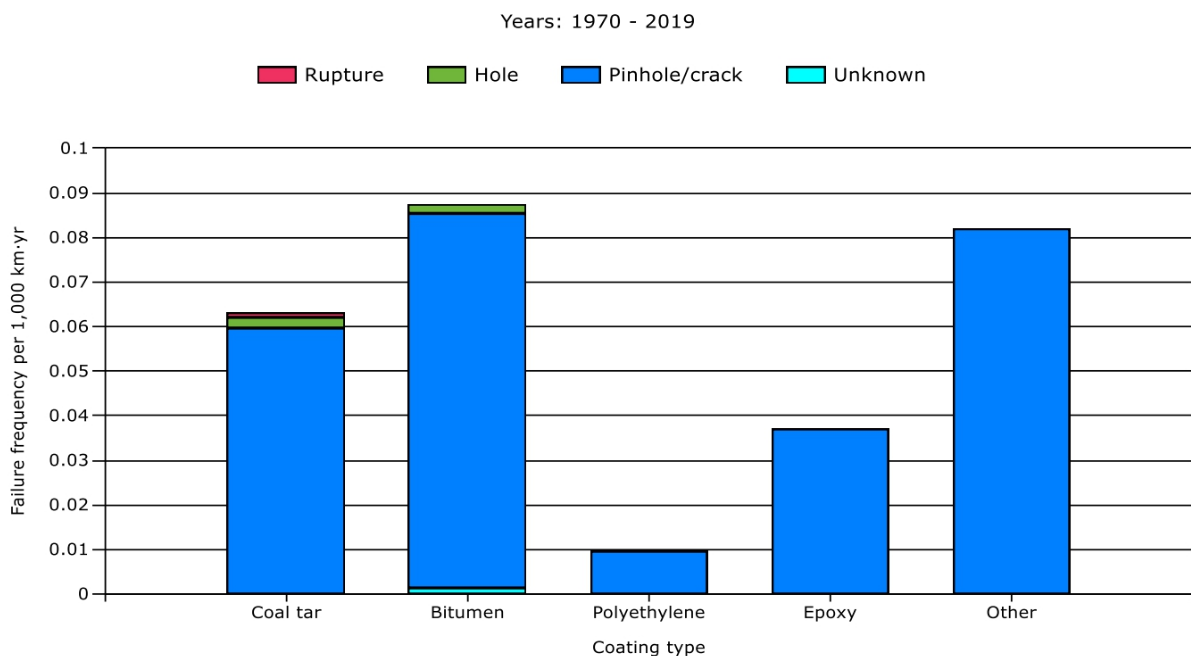


图 12.5-9　采用不同防腐层的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2019)

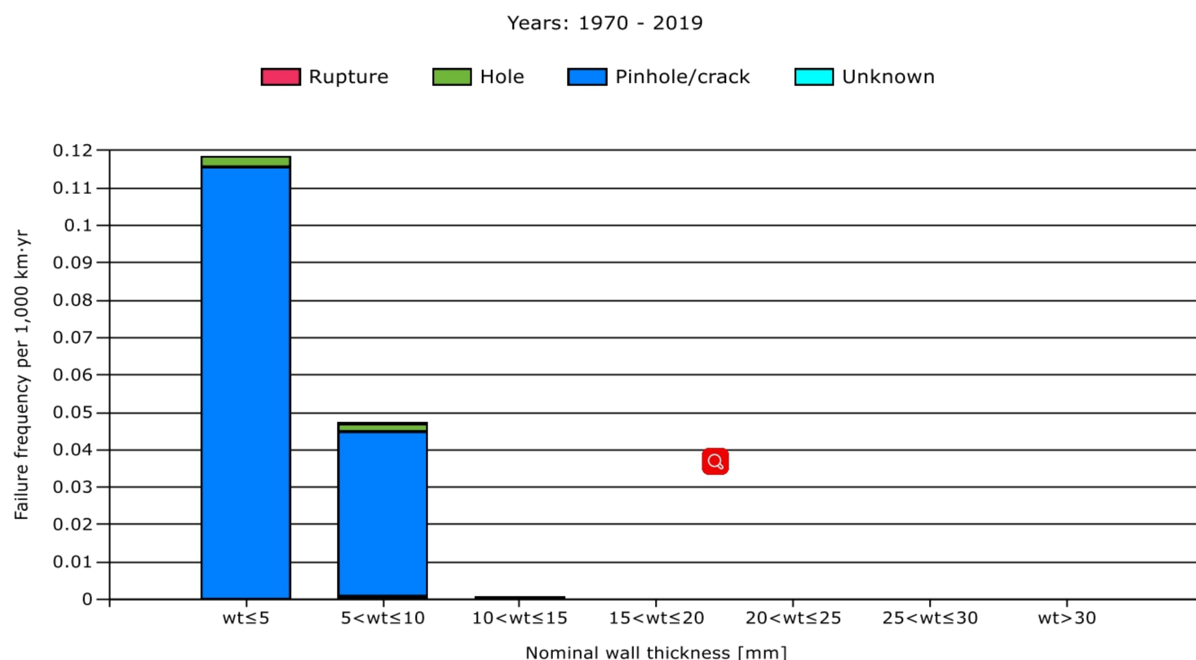


图 12.5-10　不同壁厚的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2019)

EGIG 还对腐蚀事故有关的两个方面的数据进行了统计，分别为腐蚀发生位置(内腐蚀、外腐蚀、未知位置)和腐蚀类型(全面腐蚀、点状腐蚀、裂纹腐蚀)。具体见图 12.5-11。

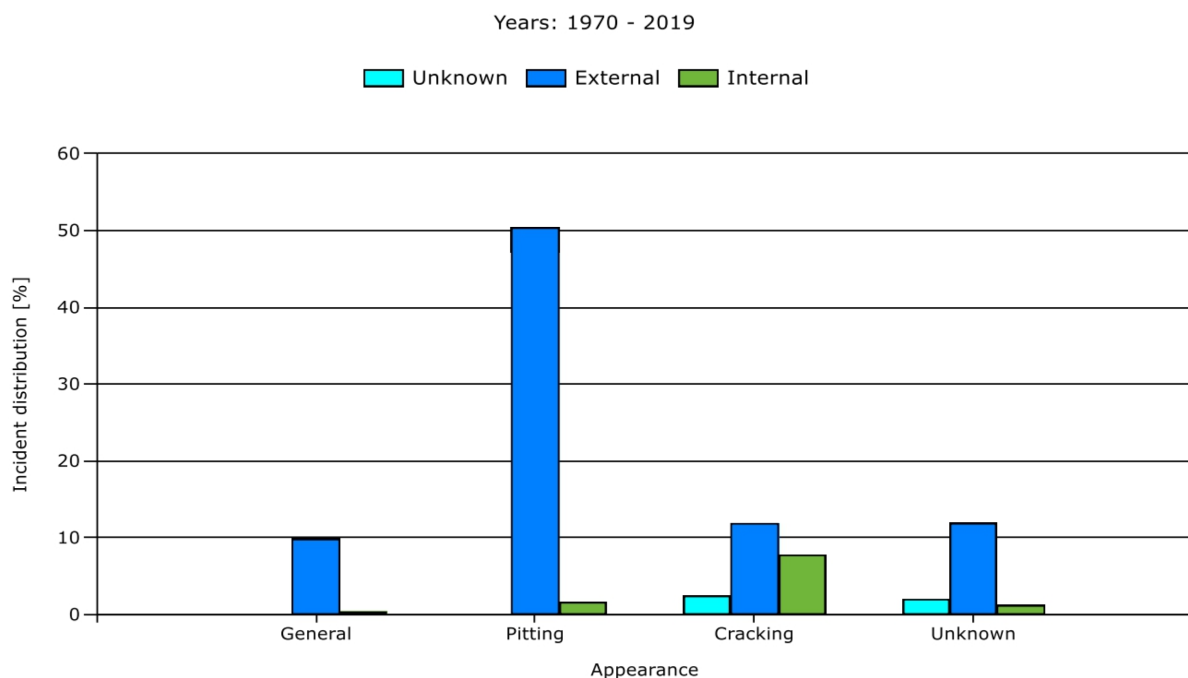


图 12.5-11　1970 年-2019 年间管道腐蚀发生位置以及腐蚀类型统计

根据统计得知，点状腐蚀是最普遍的腐蚀类型，几乎所有带有点状腐蚀的事故都发生管道的外表面。裂纹腐蚀是第二大腐蚀类型，且在管道内外表面均有发生。近年来，所有的裂纹腐蚀均发生在管道外表面。全面腐蚀即金属表面出现均匀的腐蚀现象，这种类型的腐蚀通常在管道外表面被检测到。

③　施工缺陷及材料缺陷

根据 EGIG 的统计，近十年(2010 年～2019 年)来，施工和材料缺陷在欧洲输气管道事故因素中占第三位，所占比例为15.76%。EGIG对1970～2019年之间发生的，因施工和材料缺陷导致的事故进行了统计(见图 12.5-12、图 12.5-13)。总而言之，近年来由施工和材料缺陷导致的事故率逐年下降。由于施工技术的提高，新建管道发生的施工缺陷事故率越来越少。

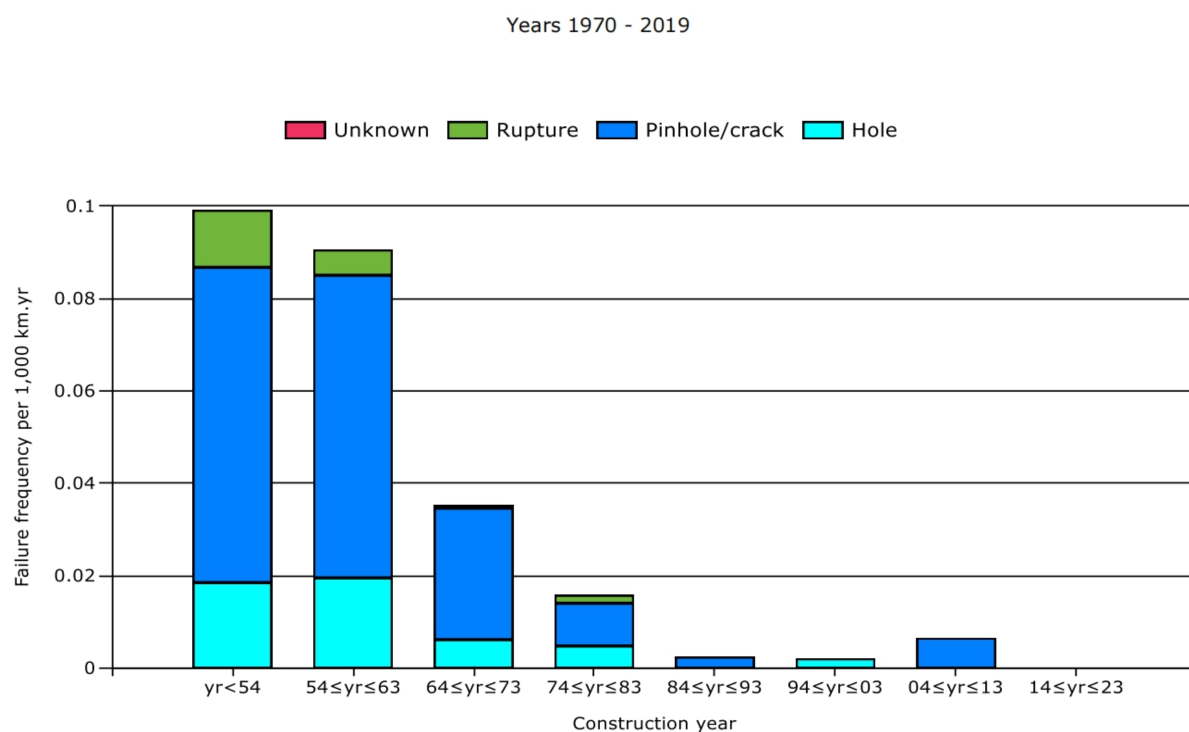


图 12.5-12　不同建设年限的管道
因施工缺陷导致的各种类型泄漏孔径事故率统计(1970～2019)

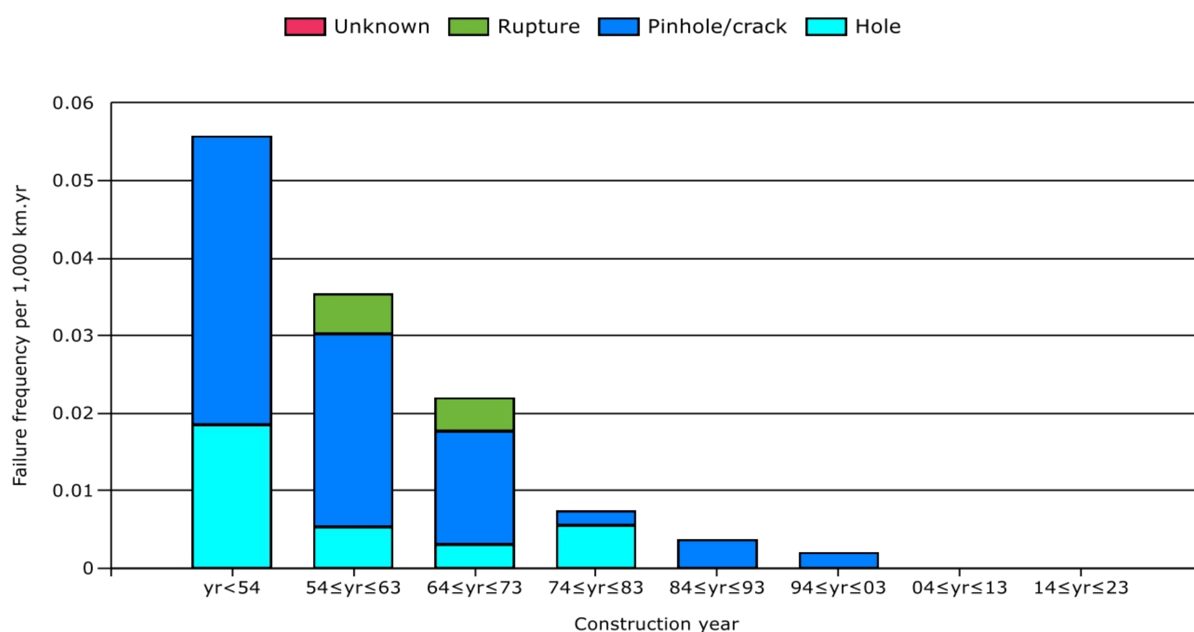


图 12.5-13　建于不同年代的管道
因材料缺陷导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2019)

④　热损伤

图 12.5-14 对各种管径管道因热损伤造成的事故率进行了统计，并对出各种类型泄漏孔径的事故率也进行了区分。总的来说，热损伤事故率随管径增大而降低，并且对于各种泄漏孔径的事故率而言均是如此。

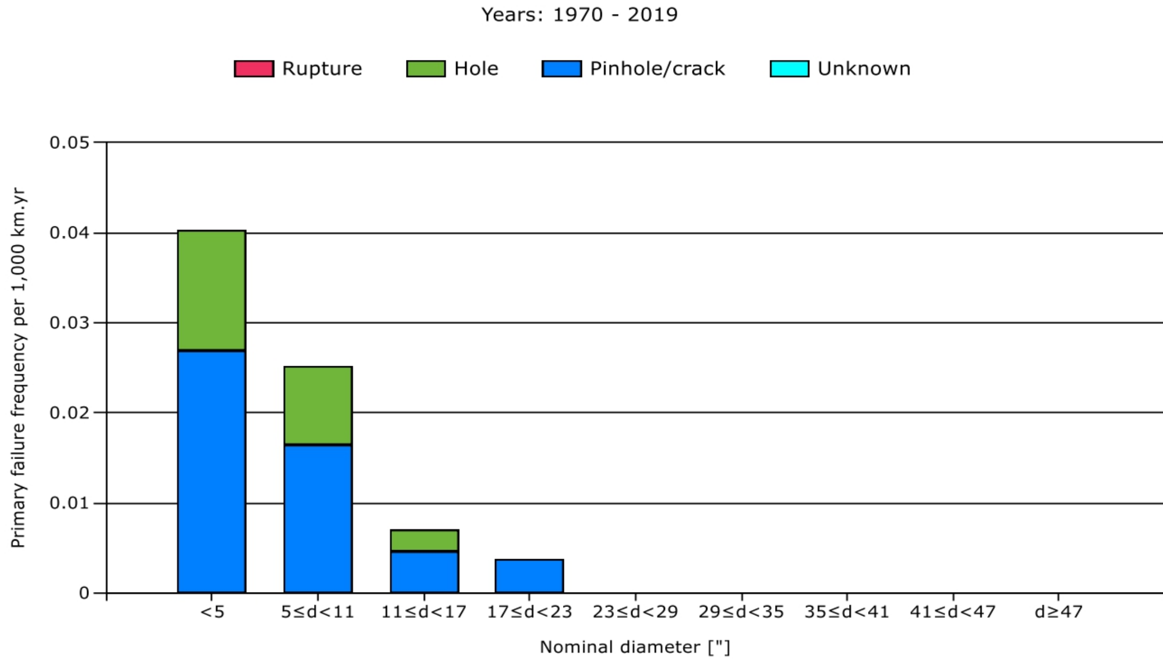


图 12.5-14　不同管径的管道因热损伤导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2019)

⑤地基位移

地基位移在近十年的管道事故原因中，大概占比 16%。

1970 年～2019 年期间，各种管径管道因地基位移导致的各种类型泄漏孔径事故率统计见图 12.5-15。统计表明，1970～2016 年期间，由地基位移导致的事故率随管径增大而降低。47 英寸以上管径的管道只发生过一次地基位移事故。

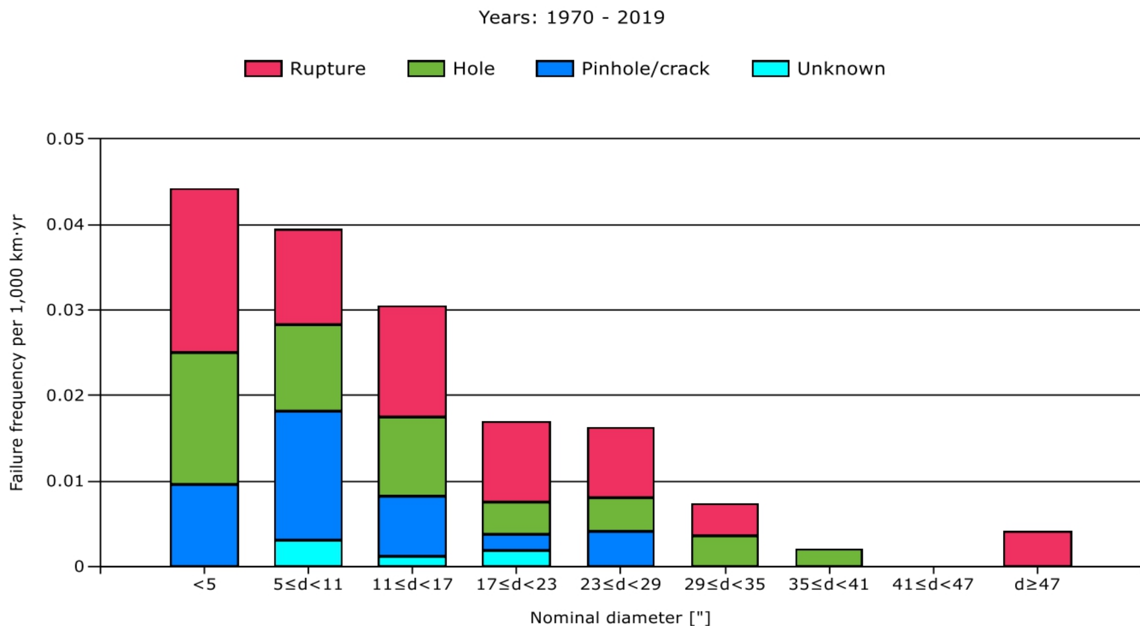


图 12.5-15　不同管径管道因地基位移导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2016)

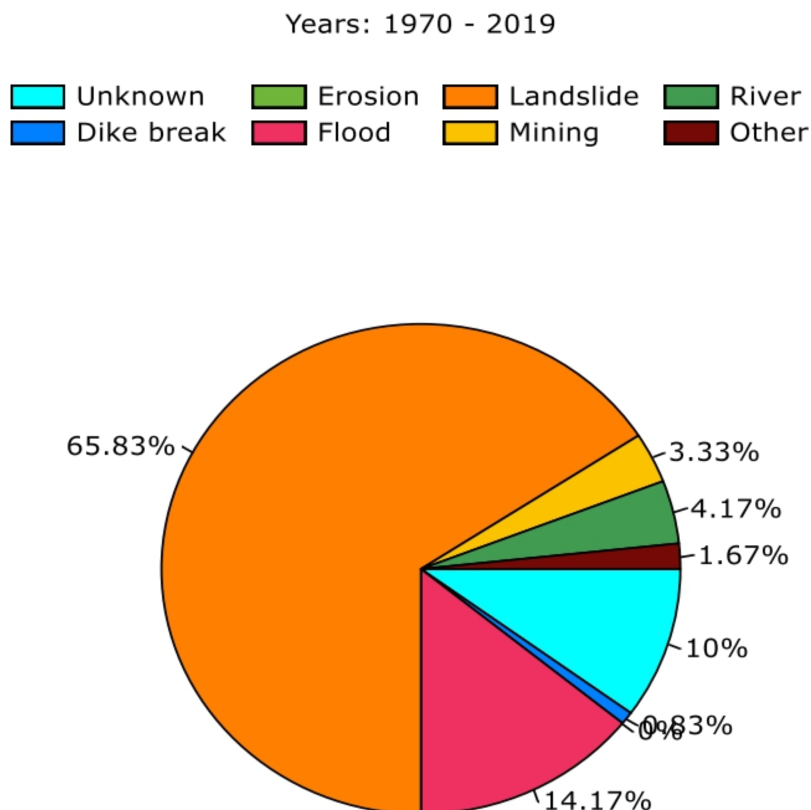


图 12.5-16　导致地基位移事故的具体原因统计(1970～2019)

地基位移事故产生的原因很多，图 12.5-16 对地基位移事故具体原因进行了统计。统计表明，滑坡是导致地基位移最主要的原因，占比在 60%以上。

⑥其他未知原因

在 EGIG 统计目录中，被划入“其他未知原因”的事故中，29.3%的事故原因是雷击。1970～2019 年期间，EGIG 数据库中记录有 32 起跟雷击有关的事故，事故率相当于 0.0066/1000km・a。EGIG 对雷击事故导致的泄漏孔径进行调查，发现 29 起雷击事故中，其中 30 起为针孔泄漏，另外 2 起为穿孔泄漏。

迄今为止，还没有由地震导致的事故记录。

2)　美国

OPS(Office of Pipeline Safety)是美国联邦政府指定的输油和输气管道管理部门，管道事故资料较详实。

表 12.5-7 所列为 1991～2017 年美国陆上输气管道事故统计。

表 12.5-7　美国输气管道事故统计

年份	长度		事故数次	伤亡数，人		财产损失(美元)	事故危害伤亡/(次・km・a)
	英里	km		死亡	受伤		
1991	285295	459040	59	0	11	$11,054,638	4.06×10^{-7}
1992	283071	455461	50	3	14	$10,020,965	7.46×10^{-7}
1993	285043	458634	81	1	16	$17,582,268	4.58×10^{-7}
1994	293438	472142	52	0	15	$41,386,306	12.6×10^{-7}
1995	288846	464753	41	0	7	$6,818,250	3.67×10^{-7}
1996	277861	447078	62	1	5	$10,947,086	2.16×10^{-7}
1997	287745	462982	58	1	5	$10,056,885	2.23×10^{-7}
1998	295601	475622	72	1	11	$34,165,324	3.50×10^{-7}
1999	290042	466678	41	2	8	$14,726,834	5.23×10^{-7}
2000	293716	472589	65	15	16	$15,206,371	1.01×10^{-6}
2001	284453	457685	67	2	5	$12,095,165	2.28×10^{-7}
2002	296794	477542	57	1	4	$15,879,093	1.84×10^{-7}
2003	295403	475303	81	1	8	$45,456,172	2.34×10^{-7}
2004	296945	477785	83	0	2	$10,697,343	5.04×10^{-8}
2005	294800	474333	106	0	5	$190,703,949	9.94×10^{-8}
2006	293706	472573	108	3	3	$31,383,314	1.18×10^{-7}
2007	294939	474557	86	2	7	$43,176,634	2.21×10^{-7}
2008	297267	478303	93	0	5	$111,977,088	1.12×10^{-7}
2009	298964	481033	92	0	11	$43,988,350	2.49×10^{-7}
2010	299356	481664	84	10	61	$582,994,584	1.75×10^{-6}
2011	299734	482272	105	0	1	$109,224,929	1.97×10^{-8}
2012	298622	480483	89	0	7	$49,108,395	1.64×10^{-7}
2013	298388	480106	96	0	2	$45,503,483	4.34×10^{-8}
2014	297898	479318	120	1	1	$49,318,605	3.48×10^{-8}
2015	297331	478406	132	6	16	$56,084,271	3.48×10^{-7}
2016	297079	478000	86	3	3	$53,830,132	1.46×10^{-7}
2017	297547	478753	97	3	3	$35,241,216	1.29×10^{-7}
平均值	293329	471966	80.1	2.1	9.3	$61,430,653	3.35×10^{-7}

从统计结果可以看出，在 1991 年～2017 年的 27 年里，美国输气管道共发生了 2163 次事故，年平均事故率约为 80.1 次，事故率平均为 1.70×10^{-4} 次/(km・a)，事故伤亡率平均为 3.35×10^{-7}/(次・km・a)。

3)　前苏联

前苏联的石油天然气工业在 80 年代得到了迅猛发展，这一时期建设的输气管道包括著名的乌连戈依-中央输气管道系统，它把西伯利亚天然气输送到了西欧。前苏联输气管道在几十年的运营中，出现过各种类型的事故，表 12.5-8 列出的是 1981 年到 1990 年期间发生事故的统计结果。各种事故原因统计分析结果列于表 12.5-9。

表 12.5-8 1981 年～1990 年前苏联输气管道事故统计数据

年份	事故次数	事故原因								
		外部腐蚀	内部腐蚀	外部干扰	材料缺陷	焊接缺陷	施工缺陷	设备缺陷	违反操作规程	其他原因
1981	88	36	3	15	14	7	11	1	/	1
1982	55	22	3	9	6	5	5	1	/	4
1983	76	39	4	8	10	3	7	/	1	4
1984	87	28	12	9	9	13	9	/	3	4
1985	96	34	5	14	16	13	7	3	2	2
1986	82	21	10	16	10	8	10	2	2	3
1987	93	22	9	26	7	12	6	2	4	5
1988	54	17	4	7	9	4	4	2	3	4
1989	67	11	2	17	10	10	4	5	3	5
1990	54	18	/	6	9	6	2	1	4	8

表 12.5-9 1981 年～1990 年前苏联输气管道事故原因分析

事故原因		事故次数	占总事故的比例(%)
腐蚀	外部腐蚀	300	33.0
	内部腐蚀	0	12.8
第三方破坏		0	112.8
材料缺陷		0	13.3
焊接缺陷		0	10.8
施工和设备缺陷	施工缺陷	82	8.6
	设备缺陷	17	2.3
违反操作规程		17	2.9
其他原因		40	5.3
合计		752	100

在 1981 年到 1990 年 10 年间，前苏联由于各种事故原因造成输气管道事故共 752 次，平均事故率为 0.46×10^{-3} 次/(km·a)。从上两个表的统计结果可以看出，各种事故原因依其在事故总次数中所占的比例排序为：腐蚀 39.9%(其中外腐蚀 33.0%，内腐蚀 12.8%)，第三方破坏 112.8%，材料缺陷 13.3%，焊接缺陷 10.8%，施工缺陷 8.6%，违反操作规程、设备缺陷和其他原因所占比例较低，分别为 2.9%、2.3%和 5.3%。不同事故发生频率见图 12.5-17。

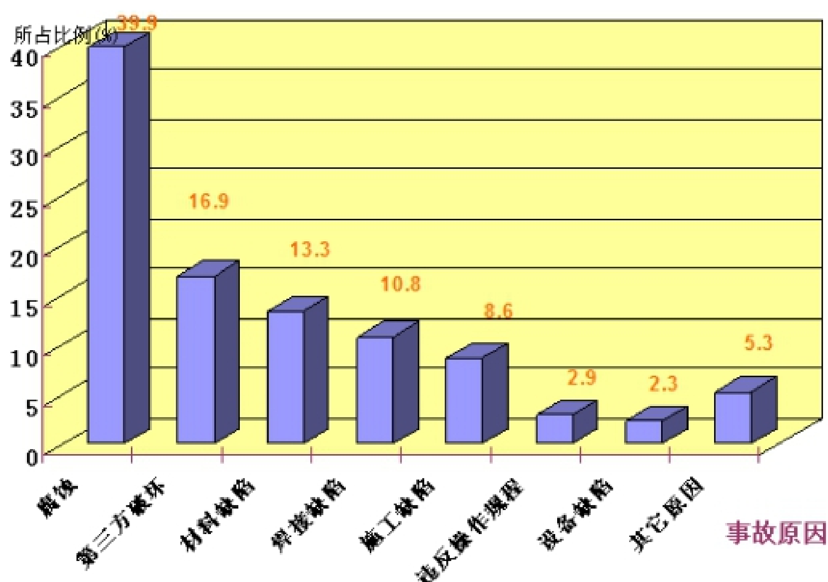


图 12.5-17　事故原因频率分布图

以下对表 12.5-8 和表 12.5-9 中所列事故发生次数和发生原因进行分析和讨论。

(1)　腐蚀

腐蚀是造成输气管道穿孔、泄漏最常见也是最重要的因素。从表 12.5-8 和表 12.5-9 中数据可以看出，1981 年～1990 年，前苏联因腐蚀造成的输气管道事故累计有 300 次，其中内部腐蚀导致的事故有 52 次，占 10 年间管道事故总数的 12.8%；外部腐蚀导致的事故 248 次，占事故总数的 33.0%，腐蚀在所有事故因素中所占比例最高，也是造成天然气管道事故的最主要原因。前苏联在输气管道的建设中，交通运输方便的敷设地段已基本上采用了制管厂预制的聚合物防腐绝缘覆盖层的钢管，但是由于管材绝缘层的粘附稳定性不够，在管道储存、运输或使用时，绝缘层有脱落现象，同时，防腐施工、补口条件不稳定，施工不规范及阴极保护的效果欠佳，都影响到了管道整体的防腐效果。

从以上两个表还可以看出，虽然内、外腐蚀导致的事故次数较高，但还是呈逐年下降趋势。这是因为以下几个方面的原因：首先各个部门对腐蚀问题给予了高度重视，相应地提高了防腐材料等级和施工建设标准；二是随着天然气需求量的增长，不断加大管道直径，管道壁厚也随之增加，管材的抗腐蚀性能得到保证；三是有关部门采取了一些从根本上改进输气

管道防腐现状的措施，如投资建设了新型的三层复合防腐层生产厂，使这种综合性能优良的防腐层得以大规模应用，同时为了保证外防腐层的涂敷质量，外防腐涂层与制管实现了一体化，外防腐层在管道出厂时已按要求涂敷完成，这样就提高了防腐等级和防腐层质量。管道的现场补口采用能进行冷、热涂敷的绝缘带，该绝缘带的保护寿命很长，提高了现场补口质量。此外，从 1991 年起，前苏联开始启用更高质量的阴极保护系统，对管道进行全面、可靠、安全的保护。采取以上这些措施后，管道腐蚀得到了一定程度的扼制，腐蚀因素导致的事故次数逐年下降。

(2)　第三方破坏

第三方破坏主要指外来原因或第三方责任而引起的管道事故。从上两个表的结果看出，80 年代的 10 年间，前苏联因第三方破坏或影响而导致的管道事故有 127 次，占事故总数的 112.8%，这类因素是仅次于腐蚀的第二大事故因子。其中 1987 年发生次数尤为严重，共有 26 次，其中一个主要原因是当时输气管道上大量削减了巡线人员，削弱了监测和保护工作，当年仅机械损伤就发生了 17 次，超过了前一年一倍之多。因此加强管道巡线和保护，是一个值得注意的问题。

同时我们也看到，1981 年～1990 年前苏联因腐蚀和第三方破坏造成的事故占到了事故总数的近 50%，可见这两类事故的严重性。

(3)　管材缺陷

在 80 年代前苏联输气管道运行中，管材缺陷是导致事故的第三位原因，在这十年当中共发生了 100 次此类事故，占到了事故总次数的 13.3%，平均每年发生 10 次，其中 1985 年共发生了 16 次材料缺陷导致的事故，是发生次数最多的一年。

管材本身质量差多是因为金属材质及制造工艺的缺陷引起，其中管材卷边、分层、制管焊缝缺陷、管段热处理工艺等均可影响到管材质量。上述的材料缺陷事故多发生在前苏联哈尔泽斯克制管厂等前苏联国内厂家制造的钢管上，只有少数几次是发生在国外进口的管材上，如 1989 年由于管道质量差而导致 10 次事故，只有 1 次事故发生在进口的管材上。这说明当时前苏联的制管质量、水平和其他发达国家相比仍有一定的差距。事实上，80 年代初期在修建乌连戈依～中央输气管道时，前苏联就向德国和日本进

口了约 200×10^4t 直径为 1420mm 的钢管。

(4) 焊接缺陷

焊接是管道施工至关重要的环节，焊接质量直接影响到管道的整体质量。管道焊接缺陷主要表现在焊接边缘错位、未焊透与未熔合、夹渣、气孔和裂纹等，这些缺陷大多数由焊工责任心不强、工作不认真以及违反焊接工艺规程所造成的。上面两个表的统计结果显示：前苏联输气管道在 80 年代共发生了 81 次因焊接缺陷导致的事故，占事故总比例的 10.8%，焊接缺陷造成的事故次数排在腐蚀、外部干扰、材料缺陷之后，位居第四。例如 1989 年对铺设通往波尔达夫卡压气站的管道进行试压时，所焊接的 3770 个焊口就有 40 个破裂，出现了不能允许的焊接边缘错位、焊缝未熔合、管壁内部有毛边等缺陷，给管道的安全运行留下了隐患。

应该看到的是，前苏联的焊接技术随着管道建设规模的不断扩大，其水平在世界上遥遥领先，其中开发最为成功的就是无需焊条进行熔化焊接的电阻焊技术，并且在 1983 年修建乌连戈依-中央输气管道建设中已得到了使用。在这条管道的建设中，自动焊接完成了大约 50%的焊接工作，其缺陷率是手工焊接的 52%，检测证明凡是焊接缺陷率高的地方都是与手工焊接有关，特别是用手工焊接的特殊部位，如焊接阀件、管件及补焊的位置，而这些位置是无法用自动焊接完成的。这充分说明提高手工焊接的质量仍是非常重要的。

(5) 施工缺陷和设备缺陷

天然气输气管道是输送易燃、易爆气体的动力管道，它的施工和安装质量直接关系着管道的安全性和可靠性、使用期限和生产管理、维修工作量大小等重要问题。在实际施工过程中，常因施工和设备缺陷造成管道碰伤及擦伤，进而引发事故。表 12.1-9 和表 12.1-10 结果已经显示出，在所统计的年份内，前苏联输气管道因施工缺陷和设备缺陷引发了 82 次事故，占到全部事故总数的 10.9%，其中 1987 年以后这两类事故的总数比前几年有所下降，说明施工质量问题已经得到了有关部门的重视，并采取了一些行之有效的方法。这其中就包括线路的施工组织由分工明细的专业化作业改为施工流水作业线，按照施工过程的各个环节，把各专业联合起来进行统一管理，如清理和平整线路，管道运输和排管，管道组装焊接，涂敷绝

缘与补口，河流、公路、铁路穿跨越，配管及弯管作业等过程也纳入流水作业线内，强化了管理，提高了施工质量。这一经验值得拟建工程借鉴。

(6) 违反操作规程

违反操作规程的情况有很多种，如在施工阶段不按设计或规范要求施工，管道埋深达不到设计要求；在穿越河流或沼泽地施工时，配重块没有按设计要求的数量装配，使管道的稳定性得不到保证；管道下沟时，管沟中有石块、稀泥或积水，防腐层受到破坏；冬季施工时管沟回填土中混杂着冰雪，结果使输气管道投产时就发生上浮，管体内产生的附加应力形成事故隐患等等。同样从上述两个表中可以看出，1981 年～1990 年间，前苏联输气管道因为违反操作规程而导致的事故有 22 次，占整个管道事故总数的 2.3%，并且在 1987 年以后的各年间此类事故的发生频率仍没有降低，说明违章作业时有发生，仍没有得到完全控制。

分析违章作业得以发生的原因，主要是因为班组长、队长、工地主任在现场对每道工序进行质量检查的水平低；其次是青年工人及工程技术人员对质量问题缺乏责任感；还有安装单位施工进度不协调，造成不同工序间脱节；承包单位对所进行的施工进行技术监督的力度比较薄弱也是其中不可忽视的因素。

综上所述，在整个 80 年代，前苏联输气管道因各种原因导致的事故呈逐年下降趋势，事故次数减少的主要原因是占到事故总数约 40%的腐蚀事故逐年减少，特别是后五年(1986 年～1990 年)减少幅度较大，这期间总计发生的腐蚀事故是 114 次，而头五年(1981 年～1985 年)发生的腐蚀事故次数总共有 186 次，要比后五年多出 1/3 以上。腐蚀事故减少的原因，首先是因为设计、施工和运营各环节都更加注重防腐质量，提高了施工质量，减少了事故隐患。其次，随着前苏联国内和欧洲天然气需求量的增长，80 年代建设了数条直径在 1220mm～1420mm 的大口径跨国输气管道和国内输气管网。这些管道的管材钢级较高(X70)，管壁相应较大，加之管道运行年限不长，所以事故次数较少。

管道发生事故的频率除与管道所处环境、施工建设过程中的各项标准和规范是否得到切实贯彻和执行有关外，还与管道本身管径和壁厚等属性有一定的关系。表 12.5-10 列出了 1985 年到 1992 年间前苏联不同直径输

气管道事故统计结果。

表 12.5-10　1985 年～1992 年前苏联不同直径输气管道事故次数统计

年份	事故次数	管径(mm)			
		1420	1220	1020	≤820
1985	103	5	25	29	44
1986	77	6	15	19	37
1987	95	5	10	27	53
1988	47	7	6	8	26
1989	69	5	7	21	36
1990	43	7	10	13	13
1991	42	4	14	15	9
1992	21	3	3	5	10
合计	497	1462	1310	1157	228
所占比例(%)		8.5	18.1	27.5	45.9

表中结果显示，事故发生次数最多的管道直径在 820mm 以下，8 年间共有 228 次，占总数的 45.9%；随着管径的逐步增加，事故发生次数依次减少，管径为 1020mm、1220mm、1420mm 时，事故发生率分别为 27.5%、18.1%和 8.5%；1420mm 的管径，事故平均发生率约为 5%左右，明显低于其他管径的事故发生率，这也说明了建设大直径、壁厚相应增加的输气管道对管道的安全运行是有利的。

图 12.5-18 给出了这一时期天然气输气管道事故发生率随管径大小变化的对应情况。

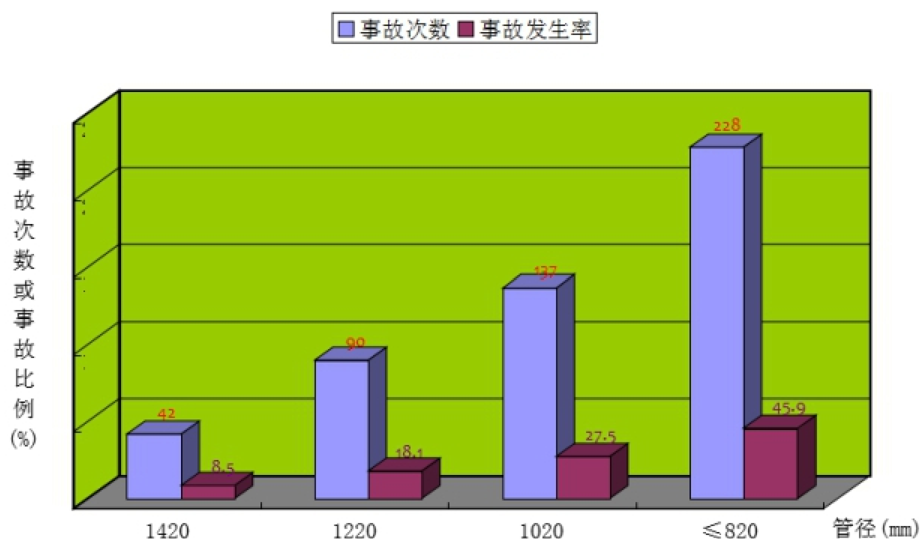


图 12.5-18　不同管径下事故次数与事故率关系图

4) 其它统计资料

(1) 泄漏孔径与点燃概率的统计

表 12.5-11 给出了世界范围内发生管道事故时，天然气泄漏后被点燃的统计数据。结果显示，三种泄漏类型中，以针孔泄漏类型被点燃的概率最小，其次是穿孔，破裂类型特别是管径大于 0.4m 的管道破裂后，天然气被点燃的概率明显增大。

表 12.5-11 天然气被点燃的概率

损坏类型	天然气被点燃的概率(×10^{-2})
针孔	1.6
穿孔	2.7
破裂(管径＜0.4m)	4.9
破裂(管径≥0.4m)	35.3

(2) 管道性能与不同泄漏类型的统计

事故频率与管道性能之间也有一定关系。表 12.5-12 和表 12.5-13 的数据显示不同壁厚、管径和管道埋深条件下事故频率的统计情况。

表 12.5-12 管道壁厚与不同泄漏类型的关系(事故频率 10^{-3}/km・a)

项目		针孔/裂纹	穿孔	破裂
管道壁厚(mm)	≤5	0.191	0.397	0.213
	5～10	0.029	0.176	0.044
	10～15	0.01	0.03	/
管道直径(mm)	≤100	0.229	0.371	0.32
	125～250	0.08	0.35	0.11
	300～400	0.07	0.15	0.05
	450～	0.01	0.02	0.02

表 12.5-13 不同埋深管道发生事故的比例

埋深(cm)	不详	0～80	80～100	＞100
事故率(10^{-3}次/km•a)	0.35	1.125	0.29	0.25

分析上面两个表的结果可以知道，事故发生的频率与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这是因为埋

深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性。

(3) 施工年代与发生事故的关系

通过调查不同年代施工的管线发生事故情况，了解其相应关系。表 12.5-14 是事故频率与不同施工年代的关系。由表可以看出，1954 年至 1963 年期间建设的管道，由于施工缺陷和材料缺陷导致的事故具有较高的频率。由于采用经过改进的施工标准和严格的检测方法，最近几年这一类事故的频率有所下降。

表 12.5-14 事故频率与施工年代的关系(事故频率 10^{-3}/km·a)

施工年代	施工缺陷	材料缺陷
1954 年以前	0.11	0.02
1954 年～1963 年	0.18	0.06
1964 年～1973 年	0.05	0.04
1974 年～1983 年	0.04	0.03

5) 国外输气管道事故比较

(1) 事故率

由于不同的国家对事故率的统计标准有一定的差异，而且在同一个国家也并不是所有的事故都能得到准确和及时的上报。欧洲、美国、前苏联地区的管道事故率对比见表 12.5-15。

表 12.5-15 欧洲、美国、前苏联输气管道事故率对比

地区或国家	纠正的事故数(10-3 次/(km·a))
欧洲	0.31
美国	0.17
前苏联	0.46

(2) 事故原因

比较上述国家和地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷三大原因。

在欧洲和美国，外部影响是造成管道事故的首要原因；在欧洲较小直径管道受外部影响的程度一直高于大直径管道，这主要与管壁厚度与管道埋深有密切关系，随着大直径管道建设数量的增多，外部影响造成的管道事故在欧洲已有所下降；在美国，外部影响造成的管道事故占到全部事故的 50%以上。前苏联外部影响造成的事故占总数的 112.8%，排在腐蚀原因

之后，是第二位事故原因。从以上结果可以看出，外部影响是造成世界输气管道事故的主要原因。

比较结果也同时显示，在每年的管道事故中，腐蚀造成的事故比例也比较大。前苏联 1981 年到 1990 年期间因腐蚀造成的事故有 300 次，占全部事故的 39.9%，居该国输气管道事故原因的首位；在欧洲，1970 年到 2016 年腐蚀事故率为 25%，排在外部影响之后，位居第二。加拿大的事故中，腐蚀是第一位的原因，所占比例有 45%，其中均匀腐蚀是 27%，应力腐蚀 18%。

材料失效和施工缺陷在美国和欧洲是事故原因的前几位的因素。在美国，材料缺陷或结构损坏引发的事故有 275 次，占全部事故的 24.2%；欧洲同类事故占总事故的 16%。在前苏联，因材料缺陷、焊接缺陷和施工缺陷导致的事故次数分别是 100 次(13.3%)、81 次(10.8%)和 82 次(10.9%)，合计事故率为 35%，超过了外部影响的比率(112.8%)。由此可见，材料失效和施工缺陷对管道安全运行的危害是比较大的。

12.5.5.2　国内同类事故案例分析

1)　国内输气管道概况

我国天然气工业从 60 年代起步，天然气开发和输送主要集中在川渝地区。经过几十年的的建设和发展，盆地内相继建成了威成线、泸威线、卧渝线、合两线等输气管道以及渠县至成都的北半环输气干线，已形成了全川环形天然气管网，使川东、川南、川西南、川西北、川中矿区几十个气田连接起来，增加了供气的灵活性和可靠性。

进入 90 年代后，随着我国其它气田的勘探开发，在西部地区先后建成了几条有代表性的输气管道，如陕甘宁气田至北京(陕京线)、靖边至银川、靖边至西安的输气管道，鄯善到乌鲁木齐石化总厂的输气管道及正建的涩北-西宁-兰州输气管道。1995 年我国在海上建成了从崖 13-1 气田到香港的海底输气管道。据不完全统计，到 1997 年，我国已建成了近 1×10^4km 的输气管道。随着总长 4000km 的西气东输工程的建设，我国天然气管道建设已进入了一个高速发展时期。

2)　四川输气管道事故统计和原因分析

川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地，从 60 年代开始相继建成了川渝地区南半环供气系统并与

1989 年建成的北半环供气系统相连接，形成了环形输气干线，盆地内至今已建成输气管道约有 5890km，承担着向川、渝、滇、黔三省一市的供气任务，是西南三省一市经济发展的命脉。

下表列出了 1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计结果。

表 12.5-16　1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计

事故原因	事故次数	事故率(%)
腐蚀	67	43.22
其中：内腐蚀	(46)	(29.67)
外腐蚀	(21)	(13.55)
施工和材料缺陷	60	38.71
其中：施工质量	(41)	(212.45)
制管质量	(19)	(12.26)
不良环境影响	22	14.20
人为破坏及其它原因	6	3.87
合计	155	100

从表中可以看出，在 1969 年～1990 年的 21 年间，四川输气管道共发生 155 次事故，其中腐蚀引发的有 67 次，占事故总数的 43.22%，是导致事故的首要原因；施工和材料缺陷事故共有 60 次，占总数的 38.71%，仅次于腐蚀因素而列于事故原因的第二位;由不良环境影响而导致的事故有 22 次，占到事故总数的 14.20%，位居第三。从表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。

下表给出了川渝南北干线净化气管道事故类型的统计数据。纳入统计的天然气事故是指由于各种原因导致管道破损、造成天然气泄漏并影响正常输气的意外事件。统计的输气管道为川渝南北干线净化气输送管道及其支线。其管径为 325mm～720mm，壁厚 6mm～12mm，运行压力 0.5MPa～12.4MPa，管道总长 1621km。

表 12.5-17 川渝南北干线净化气输送管道事故统计(1971 年～1998 年)

事故原因	事故次数				
	71-80(年)	81-90(年)	91-98(年)	合计	百分比(%)
局部腐蚀	12	37	16	65	44.8
管材及施工缺陷	32	19	12	63	43.5
外部影响	1	2	7	10	12.8
不良环境影响	1	3	1	5	3.4
其它	0	2	0	2	1.4
合计	46	63	36	145	100

由上表统计结果显示，在 1971 年～1998 年间，川渝南北干线净化气输送管道中,因腐蚀引起的管道事故均居各类事故之首,共发生了 65 起，占全部事故的 44.8%；其次是材料失效及施工缺陷，次数与腐蚀事故相当，这两项占输气管道事故的 80%左右；由外部影响和不良环境影响而导致的事故各有 10 次和 5 次，分占事故总数的 12.8%和 3.4%，位居第三、四位。

从上两个表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷、外力及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。外力影响虽然比例不高，但有逐年上升的趋势，特别是第三者破坏即人为盗气造成的管道损伤。进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受或少受人为破坏就显得非常重要。

3） 国内 90 年代输气管道事故分析

进入 90 年代，随着陕甘宁气田的勘探开发，我国在西部地区建设了以陕京线、靖西线和靖银线为代表的标志着我国 90 年代输气管道建设技术水平的三条管道。其中 1997 年建成的陕京线是目前国内陆上长度、规模、投资最大的天然气长输管道工程。以上三条管道从 1997 年投产以来，共发生了 2 次事故，均由洪水引发并发生在地质灾害比较多的黄土高原地区，统计结果见下表。

表 12.5-18　90 年代我国主要输气干线事故率*

管道名称	管道长度(km)	运行年限(a)	出现事故次数	出现事故时间	事故率 (10^{-3}次/km·a)
陕京线	853	2.417	1	1998.8	0.485
靖西线	488.5	3.5	1	1999.9	0.585
靖银线	320	3.083	0	/	0.0
合计	4758(km·a)		2	/	0.42

*：表中运行年限统计到2000年11月

4)　第三者破坏对管道安全运行的危害

第三方破坏是指人为盗气造成的管道损伤以及管道沿线修筑道路、建筑施工、农民耕地等活动引起的管道损伤。值得注意的是，进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。

(1)　中沧输气管道第三方破坏情况

中沧线自 1998 年发生第一次打孔盗气案件以来，截止到 2000 年 11 月，已发生了打孔盗气事件 14 次，参见下表。

表 12.5-19　中沧输气管道打孔盗气情况统计

序号	桩号(km+m)	地点	盗气点情况	盗气持续时间(a)
1	11+200	莘县古云乡	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
2	11+380	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
3	11+500	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
4	11+650	莘县古云乡同智营村	玻璃丝棉厂作为燃料气	0.5
5	11+660	莘县古云乡西池村	泡花碱厂作为燃料气	0.5
6	11+770	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
7	11+790	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
8	11+890	莘县古云乡曹庄村	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
9	11+920	莘县古云乡曹庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
10	13+180	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
11	14+150	莘县古云乡义和诚公司	玻璃丝棉厂作为燃料气	1
12	14+200	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	1
13	280+300	吴桥县北董村	装有阀门	未盗成
14	303	东光县	装有阀门	未盗成

(2)　中-安输气管道第三方破坏情况

中-安输气管道首起中原油田第二气体处理厂配气站北侧，途经濮阳市、安阳市所属 4 县、15 个乡、112 个自然村，至安阳市西郊东风乡置度

村南第一配气站，管道全长 104.5km，投产至今共发生偷气事件 2 次。

(3) 中-开输气管道第三方破坏情况

中-开输气管道输送中原油田天然气至开封，管道全长 120km，1996 年至今共发生偷气事件 10 次。

(4) 近几年盗油、盗气案件的特点分析

① 由个人作案发展为团伙作案，并有明确分工，踏点、放哨、打孔、盗油、销赃一条龙，配有先进的交通和通讯工具，个别甚至配有枪支；

② 盗油分子活动范围明显扩大：从河南濮阳一带扩大到华北的邯郸、黄骅、大港、靖海，东北大庆和西北长庆油田、马惠宁线。作案分子有些具备专业知识，内外勾结，不易防范；

③ 有些地方打击不力、执法不严，对这些破坏和盗窃国家财产的犯罪分子只按一般偷盗案处理，有些犯罪分子已被反复抓获，拘留几天放出后，又继续作案；

④ 打孔盗油、盗气已严重影响到了管道的安全生产，造成了重大的经济损失。

面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受人为破坏就显得非常重要。《中华人民共和国石油天然气管道保护法》已于 2010 年 6 月 25 日经十一届全国人大常委会第十五次会议表决通过，并于 2010 年 10 月 1 日起实行。这对保护石油天然气管道安全将起到积极作用，是打击和遏制第三者破坏的有效依据。管道部门更要加大力度进行管道保护法的宣传，强化“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的教育，并密切与地方有关部门共同协调保护管道，以法律来约束管道保护中的违规行为，做到有法可依，有法必依，严惩罪犯，确保管道安全运行。

5) 事故调查分析

各地区和国家输气管道事故原因在事故总数占前三位的基本上是外部干扰、材料时效和施工缺陷及腐蚀。管道事故的发生频率与直径、壁厚和埋深有关系。事故发生的频率是与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小的管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出真空或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋

深的增加，管道事故发生率明显下降，这事因为埋深增加可以减少管道受外力影响和破坏的可能性。

我国新疆的西部输气管道(陕京一线、靖西线、靖银线和西气东输工程)由于所采用的设备、材料已接近国际水平，加之防腐材料及手段、自动化水平的提高，设备故障、腐蚀和误操作等原因造成的事故比例将会降低。但由于这些地区自然环境恶劣，灾害性地质较严重，自然灾害方面的事故将会继续发生。对自然灾害特别是地质灾害的防范要从设计、施工等诸方面倍加重视。

12.5.5.3　小结和建议

总结上述不同国家、地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷等三大原因。以下针对不同原因提出相应的建议：

1)　外力影响：加强与管道沿线地方政府、企事业单位和居民的联系，对与管道相关的工程提前预控，按照《关于加强石油天然气管道保护的通知》(国经贸安全(1999)235 号)中“后建服从先建”的原则，消除管道保护带内的各种事故隐患；加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，树立“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的思想，与管道沿线地方有关部门共同协调，防范和消除第三方破坏；成立统一的管道事故报警中心；建立有关管道管理制度，如巡线工巡线责任制等。发生重大隐患及时上报，及时依法进行交涉，力争得到公正、完善的解决，避免重大恶性事故发生。同时，在管道沿线增设管道事故报警警示牌，一旦发生情况，沿线群众能够及时给报警中心报警，避免事故扩大化。

2)　腐蚀：采用优良的防腐层(三层 PE)、改进阴极保护措施、加强管道的日常维护和外部环境监测等手段，是防止管道腐蚀的重要内容。设置硫化氢、露点及全组分分析的在线监测系统，以严格控制气体中的硫化氢和水含量，确保管道不发生或少发生内腐蚀事故；采用阴极保护加三层 PE 外防腐层的联合保护方法能确保管道不发生或少发生外腐蚀事故。

3)　材料及施工缺陷：我国早期建设的天然气输送管道，几乎全部采用螺旋焊钢管。此种钢管的焊缝具有应力集中的现象，因而焊缝缺陷引发

的事故比直缝钢管概率高。螺旋焊缝钢管制管时，剪边及成形压力造成的刻伤，造成焊接时的焊接缺陷并引起应力集中，在含硫化氢的腐蚀性介质中形成局部阳极。在输气的低频脉动应力作用下，局部腐蚀逐渐扩展成裂纹，在较低的输气压力下即可产生爆管，沿焊缝将管道撕裂。因此，在材料选用方面，应避免选用螺旋焊钢管。近年来，天然气管线普遍采用 API X 系列等级的材质，制管时，采用直缝双面埋弧焊。在施工方面：与国际水平相比，我国原有的管口焊接质量水平较低，常见的缺陷有电弧烧穿、气孔、夹渣和未焊透等。也是引发事故的重要因素。近年来，陕京一线、西气东输一线等一大批新建油气管道工程的焊接质量有了很大的提高，采用了自动埋弧焊工艺，施工水平接近或达到国际先进国家的水平。管口焊接质量把关非常重要，必须严格按照施工工程质量管理要求施工，严格焊缝检验检测，确保工程质量，不留事故隐患。

4） 地质灾害：要根据有关地震资料和设计采用的设防烈度，防止地质不均匀沉降和地震对管道造成的破坏。

12.6 事故情形分析

12.6.1 最大可信事故筛选

12.6.1.1 事故类型确定

天然气管道事故危害后果分析见图 12.6-1。当输气管道及其场站发生事故导致天然气泄漏时，可能带来下列危害：泄漏天然气若立即着火即产生燃烧热辐射，在危险距离内的人会受到热辐射伤害，同时天然气燃烧产生的 CO 可能对周围环境空气造成污染；天然气未立即着火可形成爆炸气体云团，遇火就会发生延时爆炸，在危险距离以内，人会受到爆炸冲击波的伤害，建筑物会受到损坏。

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律法规规定，本工程建设单位已委托有资质的评价机构编制完成了安全预评价报告，有关火灾、爆炸事故后果定量评价在该报告中已有论述。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本次环境风险评价重点对天然气泄漏及火灾事故伴生的环境空气污染事故的后果进行预测和评价。

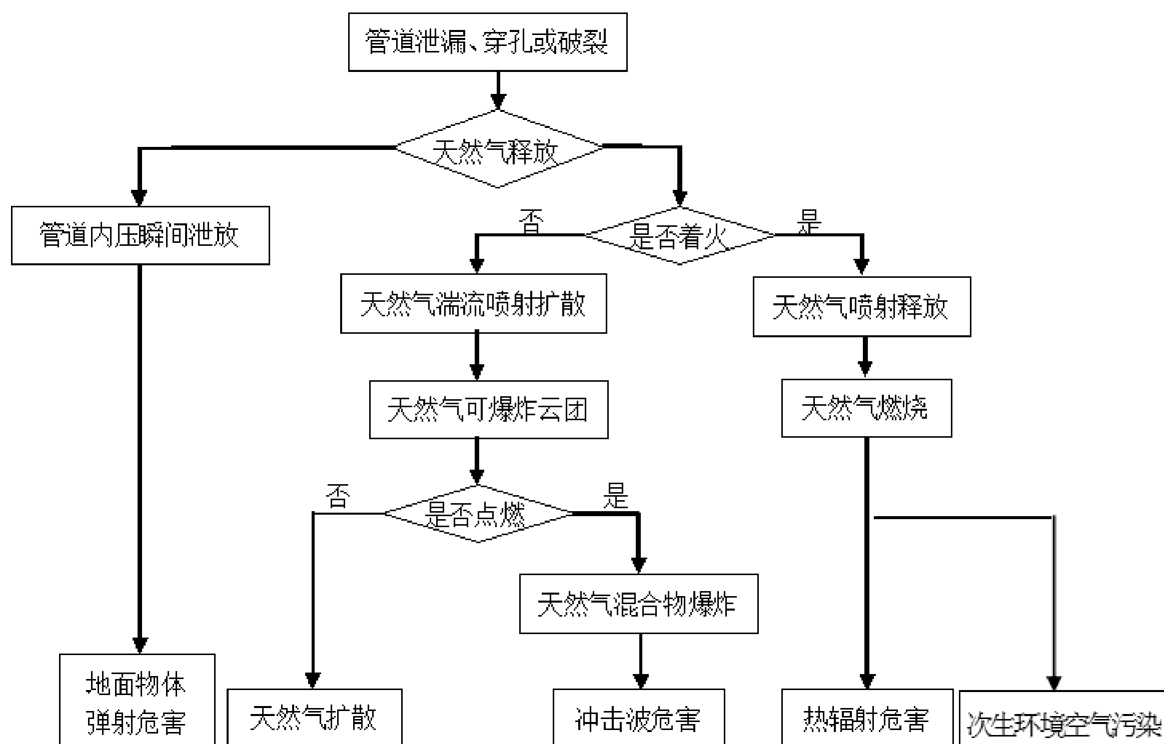


图 12.6-1 天然气管道事故危害后果分析示意图

12.6.1.2 评价管段筛选

表 12.2-1 中列出了本工程危险物质的分布及数量，由表中可以看出，本工程 LX2#阀室-LX3#阀室间为本工程危险物质存在量最多的管段，本工程从风险的角度考虑，危险物质在线量越大，发生事故后泄漏的天然气以及次生的 CO 的量也越多，因此本次评价选择该段管道为风险预测管段。同时，由表 12.3-5 可知，本工程 2#阀室-3#阀室间管段每公里管段 200m 范围内人口数量最多，因此，本评价将该段管道也筛选为风险预测管段。另外，考虑到上述管段均位于四川省境内，本评价将重庆段危险物质存在量最多的管段(同时环境敏感程度为 E2)的铜梁压气站-8#阀室间管段也筛选为风险预测管段。

本工程筛选的评价管段如下表所示。

表 12.6-1 本工程评价管段

序号	管段名称	位置	长度/km	天然气存在量/t	管道两侧 200m 范围内人数/人	P 值	E 值	风险潜势
1	2#阀室-3#阀室	四川	22.7	1306.54	134	P2	E2	III
2	铜梁压气站-8#阀室	重庆	22.58	1870.86	100	P2	E2	III
3	LX2 阀室-LX3 阀室	四川	22.98	1904.00	104	P2	E2	III

12.6.2　最大可信事故概率

1)　本工程管道事故率总体水平

根据国内外同类管道工程事故率调查统计，国内外管道事故概率详见表 12.5-4。近年来，随着国内管道建设和技术发展，我国管道建设水平已与国际水平接近。类比欧洲管道，拟建工程管道事故率为 0.14×10^{-3} 次/(km•a)。

2)　最大可信事故概率

通过 12.5.4 节中对事故原因的统计分析可知，管道发生泄漏的原因是第三方破坏导致的情况较多。由表 12.5-11 可知，外部干扰对管道的破坏多表现为破裂，其次为穿孔泄漏，另外管道管径越大发生 100%完全断裂的几率越低。

12.6.3　源项分析

本工程评价等级为二级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，确定预测气象条件为最不利气象条件，即为 1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%，稳定度为 F，管道断裂按照 100%断裂事故考虑。截断阀关闭前，按照设计压力及输量计算天然气泄漏量，考虑到本工程各站场、阀室在事故状态下均可远程自动关断，结合目前国内长输管道的运行经验，本评价认为阀门关断时间为 2.5min。本评价采用 ALOHA 风险模拟程序，计算管道事故情况下阀门关断后的天然气释放速率，计算结果详见表 12.6-2，以及图 12.6-1～12.6-3。

表 12.6-2　管道泄漏事故参数一览表

管段名称	压力(MPa)	长度(km)	泄漏口径(mm)	天然气最大泄漏速率(kg/min)	总泄漏量 kg	持续时间(min)	CO 最大产生速率(kg/min)
2#阀室-3#阀室	10	22.7	1016	239000	1773834	60	76.48
铜梁压气站-8#阀室	10	22.58	1219	376000	2626767	60	120.32
LX2 阀室-LX3 阀室	10	22.98	1219	377000	2658732	60	120.64

注：1、表中总泄漏量已包含了管线破裂至截断阀室关闭前的泄漏量。

2、根据《环境保护实用数据手册》中关于天然气燃烧排放的各种污染物系数，CO 产生系数为 $320kg/10^6m^3(CH_4)$。

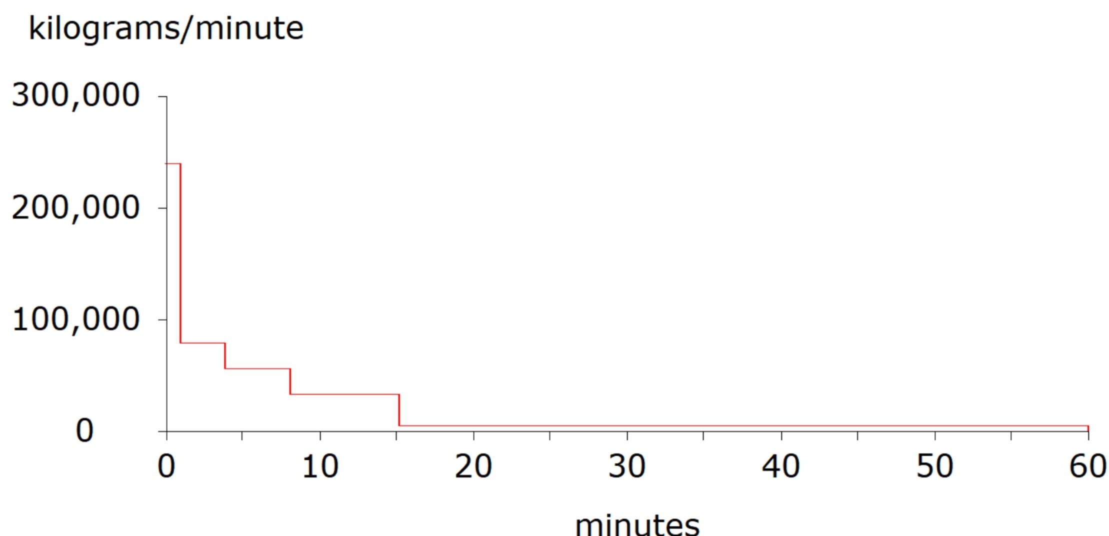


图 12.6-1　2#阀室-3#阀室间管段断裂事故天然气释放速率图

由图 12.6-1 可见，2#阀室-3#阀室间管道发生破裂事故后，天然气最大泄漏速率将达到 239000kg/min。经计算，天然气总泄漏量为 1773834kg，约 15min 后泄漏达到压力平衡，天然气持续泄漏时间约为 1h。

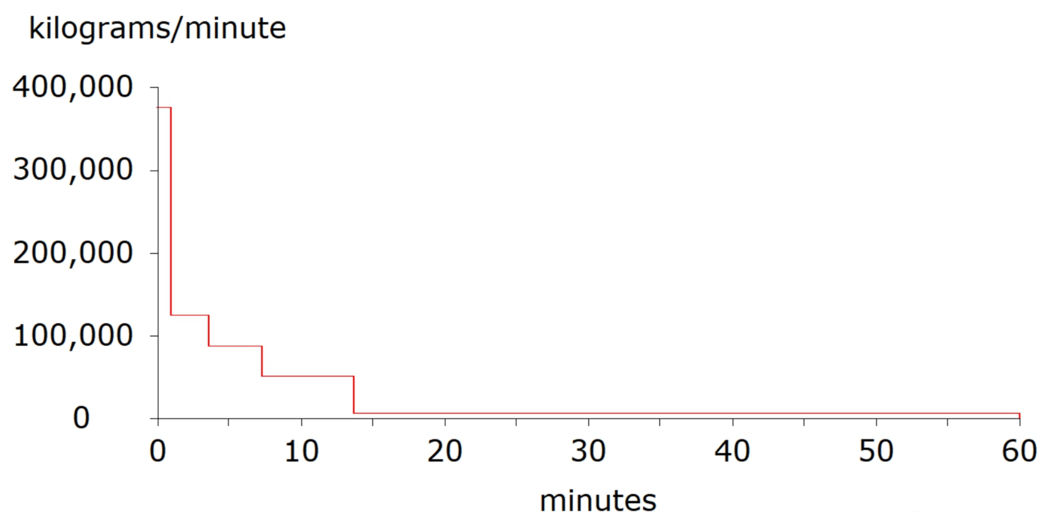


图 12.6-2　铜梁压气站-8#阀室间管段断裂事故天然气释放速率图

由图 12.6-2 可见，铜梁压气站-8#阀室间管道发生破裂事故后，天然气最大泄漏速率将达到 376000kg/min。经计算，天然气总泄漏量为 2626767kg，约 14min 后泄漏达到压力平衡，天然气持续泄漏时间约为 1h。

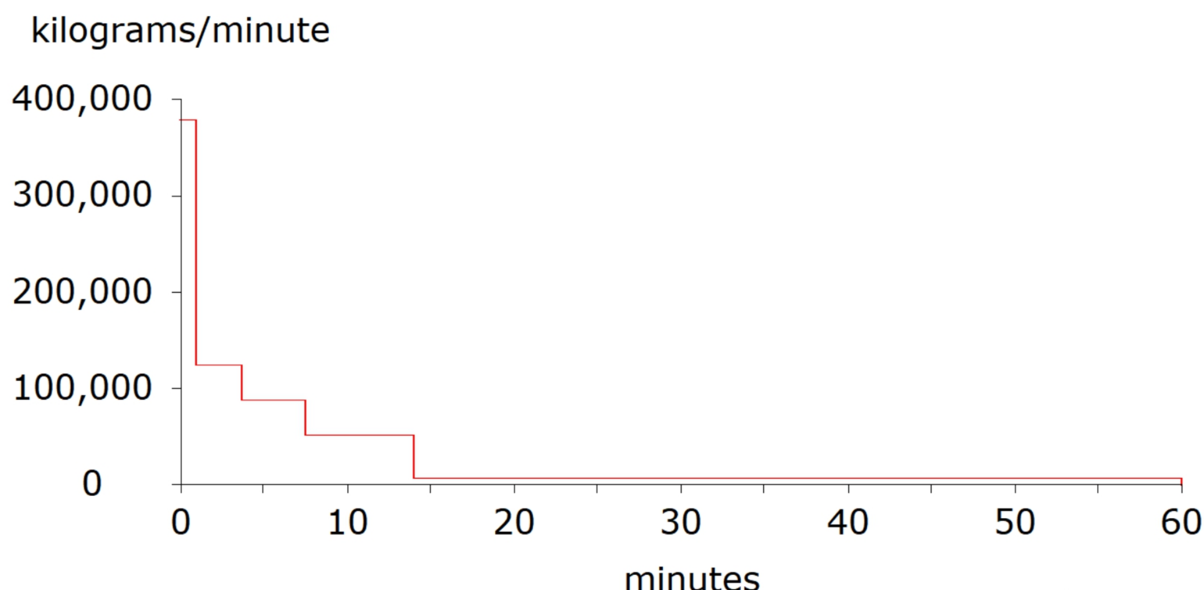


图 12.6-3　LX2#阀室-LX3#阀室间管段断裂事故天然气释放速率图

由图 12.6-3 可见，LX2#阀室-LX3#阀室间管道发生破裂事故后，天然气最大泄漏速率将达到 377000kg/min。经计算，天然气总泄漏量为 2658732kg，约 14min 后泄漏达到压力平衡，天然气持续泄漏时间约为 1h。

总体上，三处管段天然气最大泄漏速率分别约 37.7 万 kg/min、37.6 万 kg/min、23.9 万 kg/min，火灾次生一氧化碳最大产生速率分别约 120.64kg/min、120.32kg/min、76.48kg/min。预测结果表明，发生天然气泄漏及火灾事故时，在最不利气象条件下，三处预测管段沿线居民点处的甲烷和火灾次生一氧化碳浓度均未出现毒性终点浓度-1 和-2。

12.7　风险预测与评价

12.7.1　天然气泄漏事故后果大气环境风险预测与评价

12.7.1.1　预测模式

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 G，本工程输送的介质天然气为轻质气体，因此本评价选择 AFTOX 模型进行预测。

12.7.1.2　气象条件

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本工程大气环境风险评价等级为二级，需选取最不利气象条件进行后果预测，即风速为 1.5m/s，温度为 25℃，大气稳定度为 F，相对湿度 50%。

12.7.1.3　预测评价标准

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 H，选择

甲烷大气毒性终点浓度作为预测评价标准，甲烷大气毒性终点浓度 1 和大气毒性终点浓度 2 分别为 260000mg/m³、150000mg/m³。

12.7.1.4　预测结果及评价

1)　2#阀室-3#阀室间管段天然气泄漏事故后果预测

该段管道发生天然气泄漏后，甲烷在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表 12.7-1、图 12.7-1 所示。

表 12.7-1　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

距离(m)	浓度出现时间(min)	高峰浓度(mg/m³)
10	99.1	0
60	99.7	0
110	1.2	0
160	1.8	0
210	2.3	0
260	2.9	0
310	3.4	0
360	4.0	11
410	4.6	97
460	5.1	456
510	5.7	1447
560	6.2	3494
610	6.8	6937
660	7.3	11936
710	7.9	18443
760	8.4	26241
810	9.0	35016
860	9.6	44414
910	10.1	54093
960	10.7	63753
1010	11.2	73145
1060	11.8	82082
1110	12.3	90431
1160	12.9	98104
1210	13.4	105050
1260	14.0	111260
1360	18.1	121490
1460	19.2	127440
1560	20.3	127260
1960	25.8	122250
2960	38.9	101410
3960	51.0	83024
4960	62.1	69016

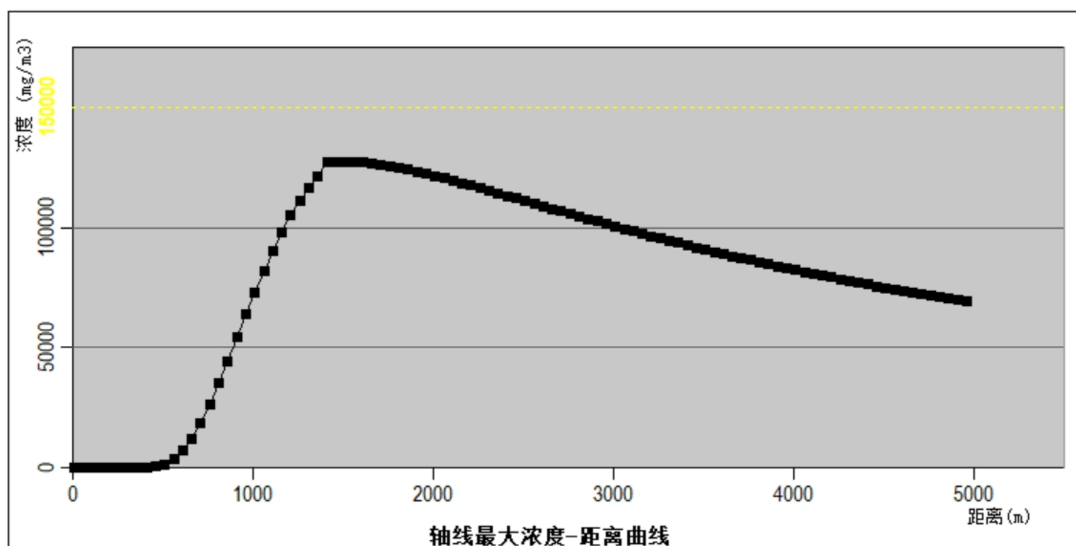


图 12.7-1　下风向不同距离处甲烷最大浓度出现情况

由表 12.7-1 和图 12.7-2 可知，在最不利气象条件下，2#阀室-3#阀室间管段发生天然气泄漏之后 19.2min，在下风向 1460m 处将出现甲烷最大浓度值 127440mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(260000mg/m^3)及毒性终点浓度-1(150000mg/m^3)。

2)　铜梁压气站-8#阀室间管段天然气泄漏事故后果预测

该段管道发生天然气泄漏后，甲烷在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表 12.7-2、图 12.7-2 所示。

表 12.7-2　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
10	99.1	0
60	99.7	0
110	100.2	0
160	1.8	0
210	2.3	0
260	2.9	0
310	3.4	0
360	4.0	0
410	4.6	0
460	5.1	3
510	5.7	24
560	6.2	107
610	6.8	354
660	7.3	921
710	7.9	2001

续表 12.7-2　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m³)
760	8.4	3790
810	9.0	6442
860	9.6	10052
910	10.1	14642
960	10.7	20166
1010	11.2	26523
1060	11.8	33577
1110	12.3	41169
1160	12.9	49135
1210	13.4	57316
1260	14.0	65568
1310	14.6	73760
1360	15.1	81783
1410	15.7	91852
1460	16.2	94719
1510	16.8	97362
1560	17.3	99793
1610	17.9	102020
1660	18.4	104060
1710	19.0	105910
1760	19.6	107600
1810	20.1	109120
1860	20.7	110500
1910	21.2	111730
1960	21.8	112830
2010	22.3	113800
2060	22.9	114660
2110	23.4	115410
2160	24.0	116050
2210	24.6	116610
2260	25.1	117070
2310	25.7	117450
2360	26.2	117760
2410	26.8	118000
2460	27.3	118160
2510	27.9	118270
2560	28.4	118320
2610	29.0	118320
2660	29.6	118270
2710	30.1	118170
2760	30.7	118030
2810	31.2	117850
2860	31.8	117640
2910	32.3	117390

续表 12.7-2　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
2960	32.9	117110
3010	33.4	116800
3060	34.0	116460
3110	34.6	116100
3160	35.1	115720
3210	35.7	115320
3260	36.2	114900
3310	36.8	114460
3360	37.3	114000
3410	37.9	113530
3460	38.4	113050
3510	39.0	112560
3560	39.6	112050
3610	40.1	111540
3660	40.7	111010
3710	41.2	110480
3760	41.8	109940
3810	42.3	109390
3860	42.9	108840
3910	43.4	108280
3960	44.0	107720
4010	44.6	107160
4060	45.1	106590
4110	45.7	106020
4160	46.2	105450
4210	46.8	104870
4260	47.3	104300
4310	47.9	103720
4360	48.4	103140
4410	49.0	102560
4460	49.6	101990
4510	50.1	101410
4560	50.7	100830
4610	51.2	100260
4660	51.8	99686
4710	52.3	99113
4760	52.9	98543
4810	53.4	97974
4860	54.0	97407
4910	54.6	96842
4960	55.1	96280

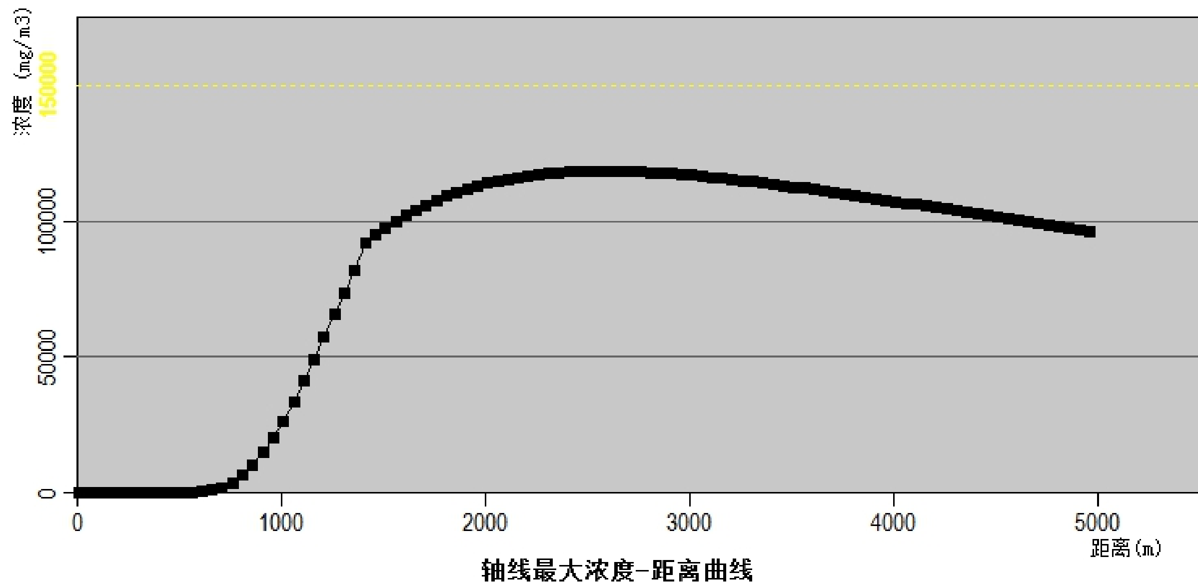


图 12.7-2　下风向不同距离处甲烷最大浓度出现情况

由表 12.7-2、图 12.7-2 可知，在最不利气象条件下，铜梁压气站-8#阀室间管段发生天然气泄漏之后 28.4min，在下风向 2560m 处将出现甲烷最大浓度值 118320mg/m³；没有出现毒性终点浓度-1(260000mg/m³)及毒性终点浓度-2(150000mg/m³)。

3)　LX2#阀室-LX3#阀室间管段天然气泄漏事故后果预测

该段管道发生天然气泄漏后，甲烷在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表 12.7-3、图 12.7-3 所示。

表 12.7-3　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m³)
10	99.1	0
60	99.7	0
110	100.2	0
160	1.8	0
210	2.3	0
260	2.9	0
310	3.4	0
360	4.0	0
410	4.6	0
460	5.1	3
510	5.7	24
560	6.2	108
610	6.8	355
660	7.3	923
710	7.9	2007

760	8.4	3800
810	9.0	6459
860	9.6	10079
910	10.1	14682
960	10.7	20221
1010	11.2	26595
1060	11.8	33668
1110	12.3	41280
1160	12.9	49268
1210	13.4	57472
1260	14.0	65745
1310	14.6	73960
1360	15.1	82004
1410	15.7	92101
1460	16.2	94975
1510	16.8	97626
1560	17.3	100060
1610	17.9	102300
1660	18.4	104340
1710	19.0	106200
1760	19.6	107890
1810	20.1	109420
1860	20.7	110800
1910	21.2	112030
1960	21.8	113130
2010	22.3	114110
2060	22.9	114970
2110	23.4	115720
2160	24.0	116370
2210	24.6	116920
2260	25.1	117390

续表 12.7-3　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
2310	25.7	117770
2360	26.2	118080
2410	26.8	118320
2460	27.3	118480
2510	27.9	118590
2560	28.4	118640
2610	29.0	118640
2660	29.6	118590
2710	30.1	118490
2760	30.7	118350
2810	31.2	118170
2860	31.8	117960
2910	32.3	117710
2960	32.9	117420
3010	33.4	117120

3060	34.0	116780
3110	34.6	116420
3160	35.1	116040
3210	35.7	115630
3260	36.2	115210
3310	36.8	114770
3360	37.3	114310
3410	37.9	113840
3460	38.4	113360
3510	39.0	112860
3560	39.6	112360
3610	40.1	111840
3660	40.7	111310
3710	41.2	110780
3760	41.8	110240
3810	42.3	109690
3860	42.9	109140
3910	43.4	108580
3960	44.0	108010
4010	44.6	107450
4060	45.1	106880
4110	45.7	106310
4160	46.2	105730
4210	46.8	105160
4260	47.3	104580
4310	47.9	104000
4360	48.4	103420
4410	49.0	102840
4460	49.6	102260
4510	50.1	101690
4560	50.7	101110

续表 12.7-3　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
4610	51.2	100530
4660	51.8	99956
4710	52.3	99382
4760	52.9	98810
4810	53.4	98239
4860	54.0	97671
4910	54.6	97105
4960	55.1	96541

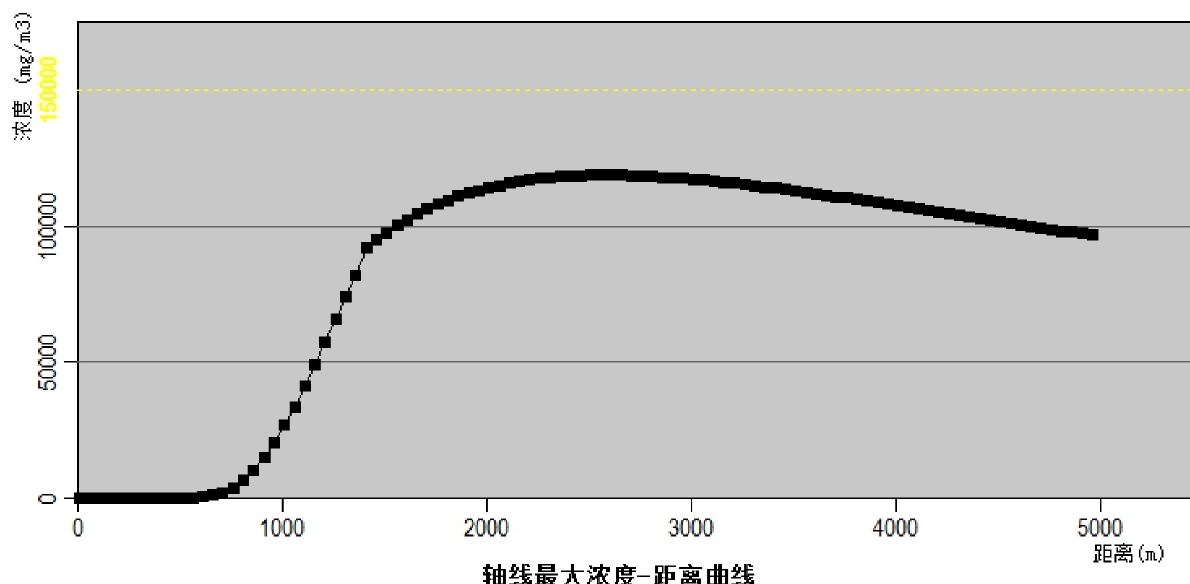


图 12.7-3　下风向不同距离处甲烷最大浓度出现情况

由表 12.7-3、图 12.7-3 可知，在最不利气象条件下，LX2##阀室-LX3#阀室间管段发生天然气泄漏之后 28.4min，在下风向 2560m 处将出现甲烷最大浓度值 118640mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(260000mg/m^3)及毒性终点浓度-2(150000mg/m^3)。

12.7.2　火灾爆炸事故次生环境污染后果预测

12.7.2.1　预测模式

本工程管道发生泄漏后如发生火灾爆炸，主要伴生污染物为 CO，本评价将 CO 作为后果预测的预测因子。发生火灾爆炸后，次生的 CO 必然温度高于环境空气，由此可知，火灾爆炸次生的 CO 气体密度(即排放物质进入大气的初始密度)必然较环境空气密度轻，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 G 中对理查德森数 R_i 的定义，本工程发生火灾爆炸后 CO 的理查德森数必然小于 0，因此本评价不再对 CO 气体的理查德森数进行详细计算，直接推荐使用适用于轻质气体排放扩散模拟的 AFTOX 模型。

12.7.2.2　气象条件

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本工程大气环境风险评价等级为二级，需选取最不利气象条件进行后果预测，即风速为 1.5m/s，温度为 25℃，大气稳定度为 F，相对湿度为 50%。

12.7.2.3　预测评价标准

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录H，选择CO大气毒性终点浓度作为预测评价标准，CO大气毒性终点浓度1和大气毒性终点浓度2分别为380mg/m^3、95mg/m^3。

12.7.2.4　预测结果及评价

1)　2#阀室-3#阀室间管段火灾爆炸次生后果预测结果

该段管道发生火灾爆炸事故后，次生的CO在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表12.7-4、图12.7-4所示。

表12.7-4　火灾爆炸事故后CO扩散过程中浓度预测结果一览表

距离(m)	浓度出现时间(min)	高峰浓度(mg/m^3)
10	99.1	0.0
60	99.7	0.0
110	1.2	0.0
160	1.8	0.0
210	2.3	0.0
260	2.9	0.0
310	3.4	0.0
360	4.0	0.0
410	4.6	0.0
460	5.1	0.2
510	5.7	0.5
560	6.2	1.3
610	6.8	2.6
660	7.3	4.4
710	7.9	6.8
760	8.4	9.7
810	9.0	13.0
860	9.6	16.5
910	10.1	20.0
960	10.7	23.6

续表12.7-4　火灾爆炸事故后CO扩散过程中浓度预测结果一览表

距离(m)	浓度出现时间(min)	高峰浓度(mg/m^3)
1010	11.2	27.1
1060	11.8	30.4
1110	12.3	33.5
1160	12.9	36.3
1260	14.0	41.2
1360	18.1	45.0
1460	19.2	47.2
1560	20.3	47.2
1760	23.6	46.5

1960	25.8	45.3
2460	32.3	41.5
2960	38.9	37.6
3460	45.4	34.0
3960	51.0	30.8
4460	57.6	28.0
4960	62.1	25.6

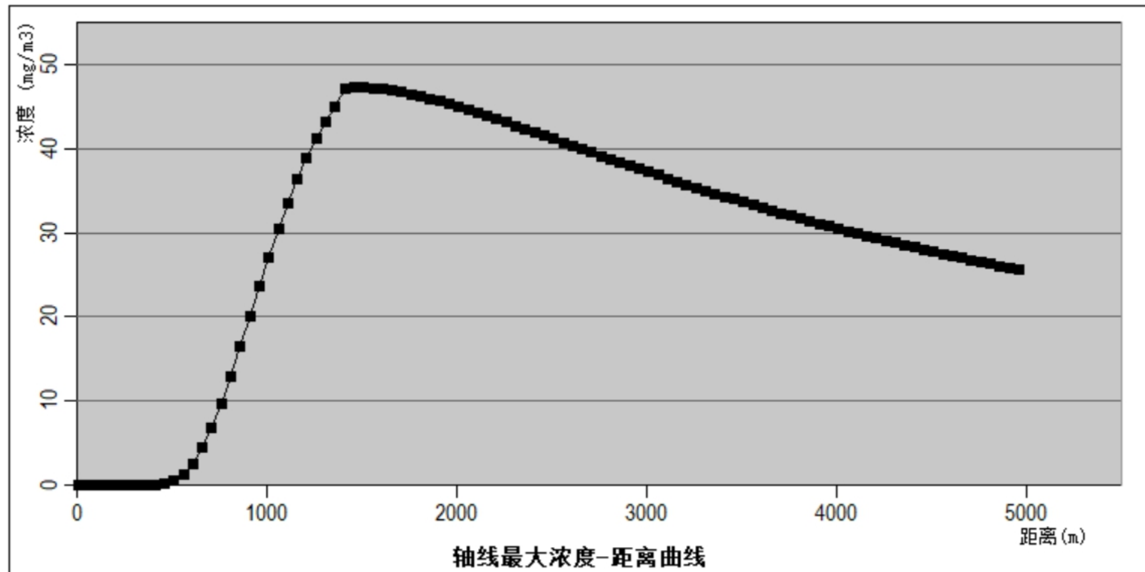


图 12.7-4　下风向不同距离处 CO 气体轴向浓度

由表 12.7-4 和图 12.7-4 可知，在最不利气象条件下，2#阀室-3#阀室间管段天然气泄漏发生火灾之后 19.2min，在下风向 1460m 处，将出现次生污染物 CO 最大浓度 47.2mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(380mg/m^3)及毒性终点浓度-2(95mg/m^3)。

2)　铜梁压气站-8#阀室间管段火灾爆炸次生后果预测结果

该段管道发生火灾爆炸事故后，次生的 CO 在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表 12.7-5、图 12.7-5 所示。

表 12.7-5　铜梁压气站-8#阀室间火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
10	99.1	0.0
60	99.7	0.0
110	100.2	0.0
160	1.8	0.0
210	2.3	0.0
260	2.9	0.0

310	3.4	0.0
360	4.0	0.0
410	4.6	0.0
460	5.1	0.0
510	5.7	0.0
560	6.2	0.0
610	6.8	0.1
660	7.3	0.3
710	7.9	0.6
760	8.4	1.2
810	9.0	2.1
860	9.6	3.2
910	10.1	4.7
960	10.7	6.4
1010	11.2	8.5
1060	11.8	10.7
1110	12.3	13.2
1160	12.9	15.7
1210	13.4	18.3
1260	14.0	21.0
1310	14.6	23.6
1360	15.1	26.2
1410	15.7	29.4
1460	16.2	30.3
1510	16.8	31.1
1560	17.3	31.9
1610	17.9	32.6
1660	18.4	33.3
1710	19.0	33.9
1760	19.6	34.4
1810	20.1	34.9
1860	20.7	35.3
1910	21.2	35.7
1960	21.8	36.1
2010	22.3	36.4
2060	22.9	36.7
2110	23.4	36.9

续表 12.7-5 铜梁压气站-8#阀室间火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
2160	24.0	37.1
2210	24.6	37.3
2260	25.1	37.4
2310	25.7	37.6
2360	26.2	37.7
2410	26.8	37.7
2460	27.3	37.8
2510	27.9	37.8
2560	28.4	37.8

2610	29.0	37.8
2660	29.6	37.8
2710	30.1	37.8
2760	30.7	37.7
2810	31.2	37.7
2860	31.8	37.6
2910	32.3	37.5
2960	32.9	37.4
3010	33.4	37.4
3060	34.0	37.2
3110	34.6	37.1
3160	35.1	37.0
3210	35.7	36.9
3260	36.2	36.7
3310	36.8	36.6
3360	37.3	36.5
3410	37.9	36.3
3460	38.4	36.2
3510	39.0	36.0
3560	39.6	35.8
3610	40.1	35.7
3660	40.7	35.5
3710	41.2	35.3
3760	41.8	35.2
3810	42.3	35.0
3860	42.9	34.8
3910	43.4	34.6
3960	44.0	34.4
4010	44.6	34.3
4060	45.1	34.1
4110	45.7	33.9
4160	46.2	33.7
4210	46.8	33.5
4260	47.3	33.4
4310	47.9	33.2
4360	48.4	33.0
4410	49.0	32.8

续表 12.7-5　铜梁压气站-8#阀室间火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测结果一览表

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
4460	49.6	32.6
4510	50.1	32.4
4560	50.7	32.2
4610	51.2	32.1
4660	51.8	31.9
4710	52.3	31.7
4760	52.9	31.5
4810	53.4	31.3
4860	54.0	31.1

4910	54.6	31.0
4960	55.1	30.8

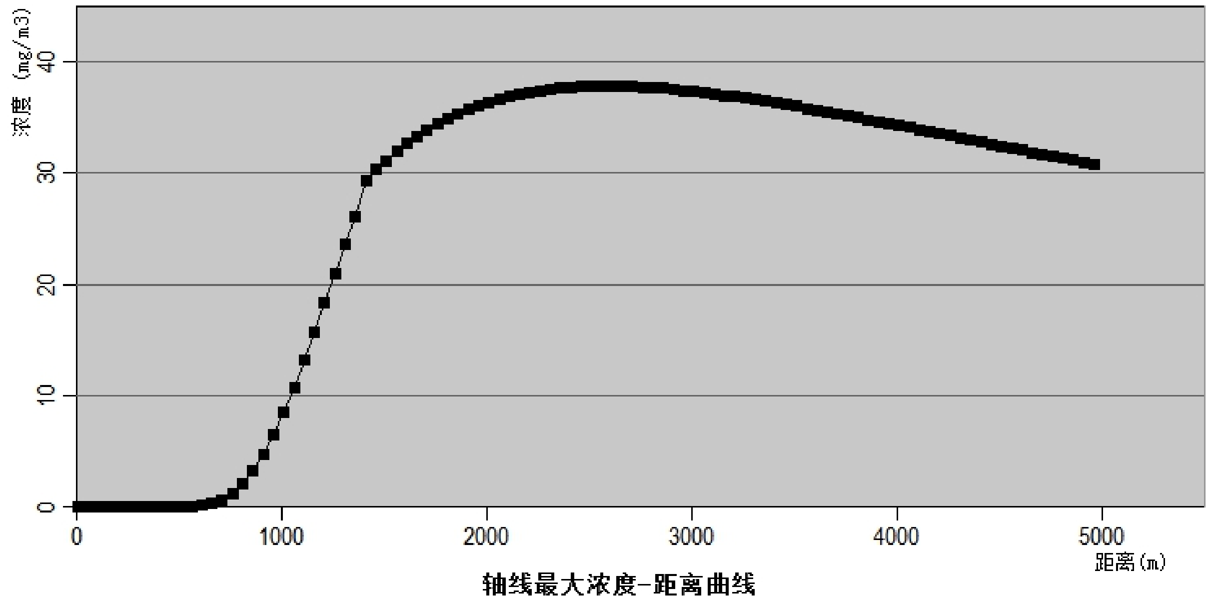


图 12.7-5　下风向不同距离处次生 CO 最大浓度出现情况

由表 12.7-5、图 12.7-5 可知，在最不利气象条件下，铜梁压气站-8#阀室间管段发生火灾爆炸后 27.3min，在下风向 2460m 处将出现 CO 最大浓度值 37.8mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(380mg/m^3)及毒性终点浓度-2(95mg/m^3)。

3)　LX2#阀室-LX3#阀室间管段管段火灾爆炸次生后果预测结果

该段管道发生火灾爆炸事故后，次生的 CO 在下风向不同距离处的最大浓度出现情况见表 12.7-6、图 12.7-6 所示。

表 12.7-15　1 火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测果一览

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
10	99.1	0.0
60	99.7	0.0
110	100.2	0.0
160	1.8	0.0
210	2.3	0.0
260	2.9	0.0
310	3.4	0.0
360	4.0	0.0
410	4.6	0.0

460	5.1	0.0
510	5.7	0.0
560	6.2	0.0
610	6.8	0.1
660	7.3	0.3
710	7.9	0.6
760	8.4	1.2
810	9.0	2.1
860	9.6	3.2
910	10.1	4.7
960	10.7	6.5
1010	11.2	8.5
1060	11.8	10.8
1110	12.3	13.2
1160	12.9	15.8
1210	13.4	18.4
1260	14.0	21.0
1310	14.6	23.7
1360	15.1	26.2
1410	15.7	29.5
1460	16.2	30.4
1510	16.8	31.2
1560	17.3	32.0
1610	17.9	32.7
1660	18.4	33.4
1710	19.0	34.0
1760	19.6	34.5
1810	20.1	35.0
1860	20.7	35.5
1910	21.2	35.9
1960	21.8	36.2
2010	22.3	36.5
2060	22.9	36.8
2110	23.4	37.0
2160	24.0	37.2
2210	24.6	37.4
2260	25.1	37.6

表 12.7-15　1 火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测果一览

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
2310	25.7	37.7
2360	26.2	37.8
2410	26.8	37.9
2460	27.3	37.9
2510	27.9	38.0
2560	28.4	38.0
2610	29.0	38.0
2660	29.6	37.9
2710	30.1	37.9

2760	30.7	37.9
2810	31.2	37.8
2860	31.8	37.7
2910	32.3	37.7
2960	32.9	37.6
3010	33.4	37.5
3060	34.0	37.4
3110	34.6	37.3
3160	35.1	37.1
3210	35.7	37.0
3260	36.2	36.9
3310	36.8	36.7
3360	37.3	36.6
3410	37.9	36.4
3460	38.4	36.3
3510	39.0	36.1
3560	39.6	36.0
3610	40.1	35.8
3660	40.7	35.6
3710	41.2	35.4
3760	41.8	35.3
3810	42.3	35.1
3860	42.9	34.9
3910	43.4	34.7
3960	44.0	34.6
4010	44.6	34.4
4060	45.1	34.2
4110	45.7	34.0
4160	46.2	33.8
4210	46.8	33.7
4260	47.3	33.5
4310	47.9	33.3
4360	48.4	33.1
4410	49.0	32.9
4460	49.6	32.7
4510	50.1	32.5
4560	50.7	32.4

续表 12.7-15　1 火灾爆炸后 CO 扩散过程浓度预测结果一览

下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
4610	51.2	32.2
4660	51.8	32.0
4710	52.3	31.8
4760	52.9	31.6
4810	53.4	31.4
4860	54.0	31.3
4910	54.6	31.1
4960	55.1	30.9

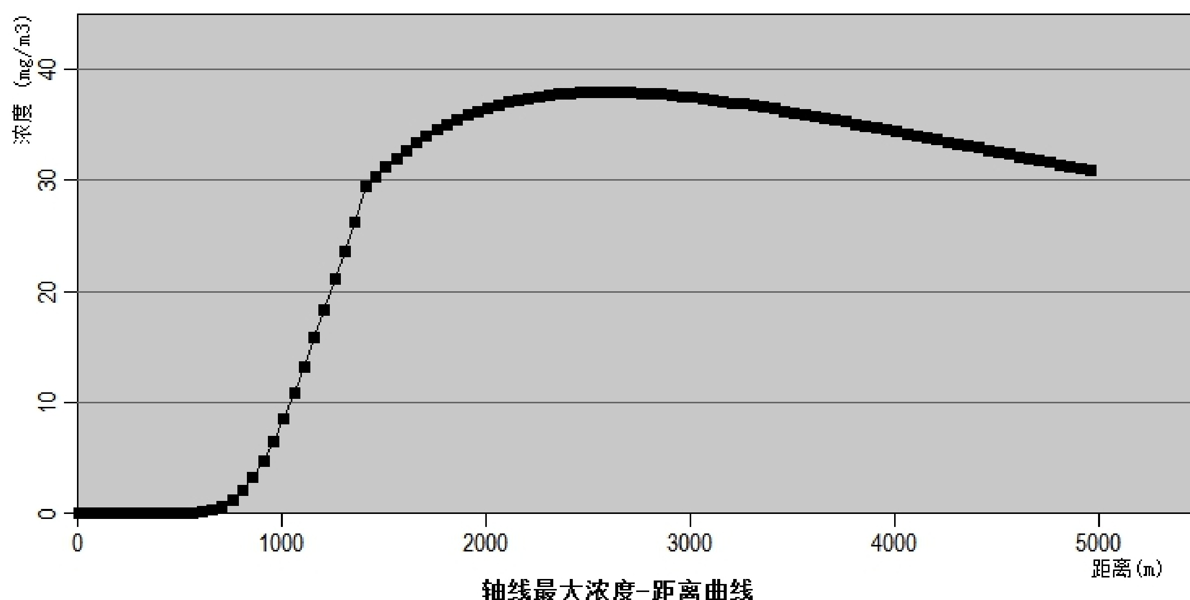


图 12.7-6　下风向不同距离处次生 CO 最大浓度出现情况

由表 12.7-6、图 12.7-6 可知，在最不利气象条件下，LX2#阀室-LX3#阀室间管段发生火灾爆炸后 27.9min，在下风向 2510m 处将出现 CO 最大浓度值 38mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(380mg/m^3)及毒性终点浓度-2(95mg/m^3)。

12.8　环境风险防范措施

12.8.1　设计拟采取的风险事故防范措施

12.8.1.1　管道路由优化

1)　选择线路走向时，充分考虑沿线所经过城镇的总体规划，避开居民区和城镇繁华区、城镇规划区、工矿区和自然保护区，充分考虑当地政府部门的合理意见和建议，合理用地。尽量避开居民区以及不良地质地段、复杂地质地段、地震活动断裂带和灾害地质段。如无法完全避让，也应尽量减少上述地段的通过长度，确保管道长期安全运行。

2)　管道经过活动断裂带时，委托有关部门对地震波对埋地管道的影响进行分析。根据计算确定是否要进行抗震设计。对管道穿越活动断裂带时采取必要的防护措施。

3)　尽量减少与河流、高速公路、铁路等大型建构筑物的交叉。线路尽量避开机场控制区、军事区、车站及其他人口密集场所，避开重点文物保护区。

4） 根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的要求，输气管道通过的地区，应按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为四个地区等级，并依据地区等级作出相应的管道、阀室间距设计。

5） 对管道沿线人口密集、房屋距管道较近等敏感地区，提高设计系数，增加管道壁厚，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力。

12.8.1.2 总图布置安全防护措施

1） 本工程各工艺站场建构筑物间距满足安全防火距离，符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2020)要求。

2） 管道与地面建构筑物的最小间距符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2020)、《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2020)等规范要求。

3） 站场内利用道路和围墙进行功能分区，将生产区和生产管理区分开，以减少生产区和生产管理区的相互干扰，降低危险隐患。

12.8.1.3 工艺设计和设备选择

1） 设计选用质量可靠的管材和关键工艺设备，保证管道的运行安全。

2） 管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如管道穿越铁路、公路，采用加套管保护和提高管道设计系数等方法。

12.8.1.4 防腐设计

1） 输气管道外防腐

本工程管道外防腐层采用三层PE外防腐层,管道干线全部采取内涂层。

2） 阴极保护

目前国内外对于管线的保护除采用防腐层措施外，普遍的做法是对管道施加阴极保护，阴极保护能对防腐层缺陷部位进行保护，保证管道的安全运行。

12.8.1.5 自动控制设计安全防护措施

川气东送二线管道工程采用以工业控制计算机为核心的监控与数据采集系统(SCADA)。由国家管网生产经营本部油气调控中心(以下简称“调控中心”)的北京主调控中心作为主调度控制中心，廊坊备用调控中心作为备用调度控制中心，负责对该管道的集中监控、优化运行和统一调度管理。

各站场站设置站控制系统(SCS)，在需要进行远控的监控阀室设置远程

终端装置RTU，由SCADA调度控制中心负责对输气管道各站、监控阀室及阴极保护站等远距离数据采集、监视控制、安全保护和统一调控管理。

调控中心可向各站控系统发出指令，由站控系统完成控制功能，调控中心将管道的生产运行数据传至西南管道公司。调控中心通过通信系统实现资源共享、信息实时采集和集中处理。川气东送二线应实现“集中调控、无人值守、远程诊断、集中维护”的总体控制水平。

整个输气管道工程SCADA系统的控制分为三级：第一级为调度控制中心级，第二级为站场控制级，第三级为就地控制级。

12.8.1.6 管道标志桩(测试桩)、警示牌及特殊安全保护设施

为便于管理，管道标识应按照《油气管道地面标识设置规范》(Q/SY 1357-2010)要求设置，特殊地点在满足可视性需求的前提下，可适当纵向调整位置。管道地面标识制作参照《油气管道线路标识通用图集》(CDP-M-OGP-PL-008-2013-2)。

12.8.2 施工阶段的事故防范措施

1) 严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品；

2) 施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量；

3) 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；

4) 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段；

5) 进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷；

6) 选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

12.8.3 运行阶段的事故防范措施

1) 严格控制输送天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀；

2) 定期进行管道壁厚的测量，对严重减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故的发生；

3) 每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

4) 在公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

5） 加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

6） 在运行期，建设单位应加强与当地相关规划管理的沟通，协助规划部门做好管道、场站周边的规划。按《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的要求，在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工；禁止挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内，禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是，在保障管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。在管道专用隧道中心线两侧各一千米地域范围内，禁止采石、采矿、爆破。因修建铁路、公路、水利工程等公共工程，确需实施采石、爆破作业的，应当经管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门批准，并采取必要的安全防护措施，方可实施。

进行下列施工作业，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请：

（1） 穿跨越管道的施工作业；

（2） 在管道线路中心线两侧各五米至五十米和管道附属设施周边一百米地域范围内，新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体；

（3） 在管道线路中心线两侧各 200 米和管道附属设施周边 500 米地域范围内，进行爆破、地震法勘探或者工程挖掘、工程钻探、采矿。

12.9 应急预案要求

应急预案是在贯彻预防为主的前提下，对建设项目可能出现的事故，为及时控制危害源，抢救受害人员，指导组织居民撤离，消除危害后果而组织的救援活动的预想方案。它需要建设单位和社会救援相结合。

12.9.1 已有应急预案体系

本工程各管理机构根据国家相关法律法规的要求及国家石油天然气管

网集团公司发布的相关规定，制定了《突发环境事件专项应急预案》。该专项预案针对公司可能存在的各类突发事件，规定了应采取的应急措施。同时还针对管道存在的环境风险，结合国外环境应急处置技术，编写了《现场环境处置预案》等。本评价要求，本工程的突发环境事件应急管理应纳入各管理机构现有应急管理体系。

12.9.2　本工程应急预案总体框架

本次环评根据环境风险评价的结果和项目特点，提出应急预案总体框架，具体见图 12.9-1。事故应急预案主要内容及要求见表 12.9-1。应急预案框架作为相关部门制定应急预案时的参考，建设单位应根据政府主管部门和行业主管部门要求参考本报告应急预案框架，制定本工程环境风险应急预案。

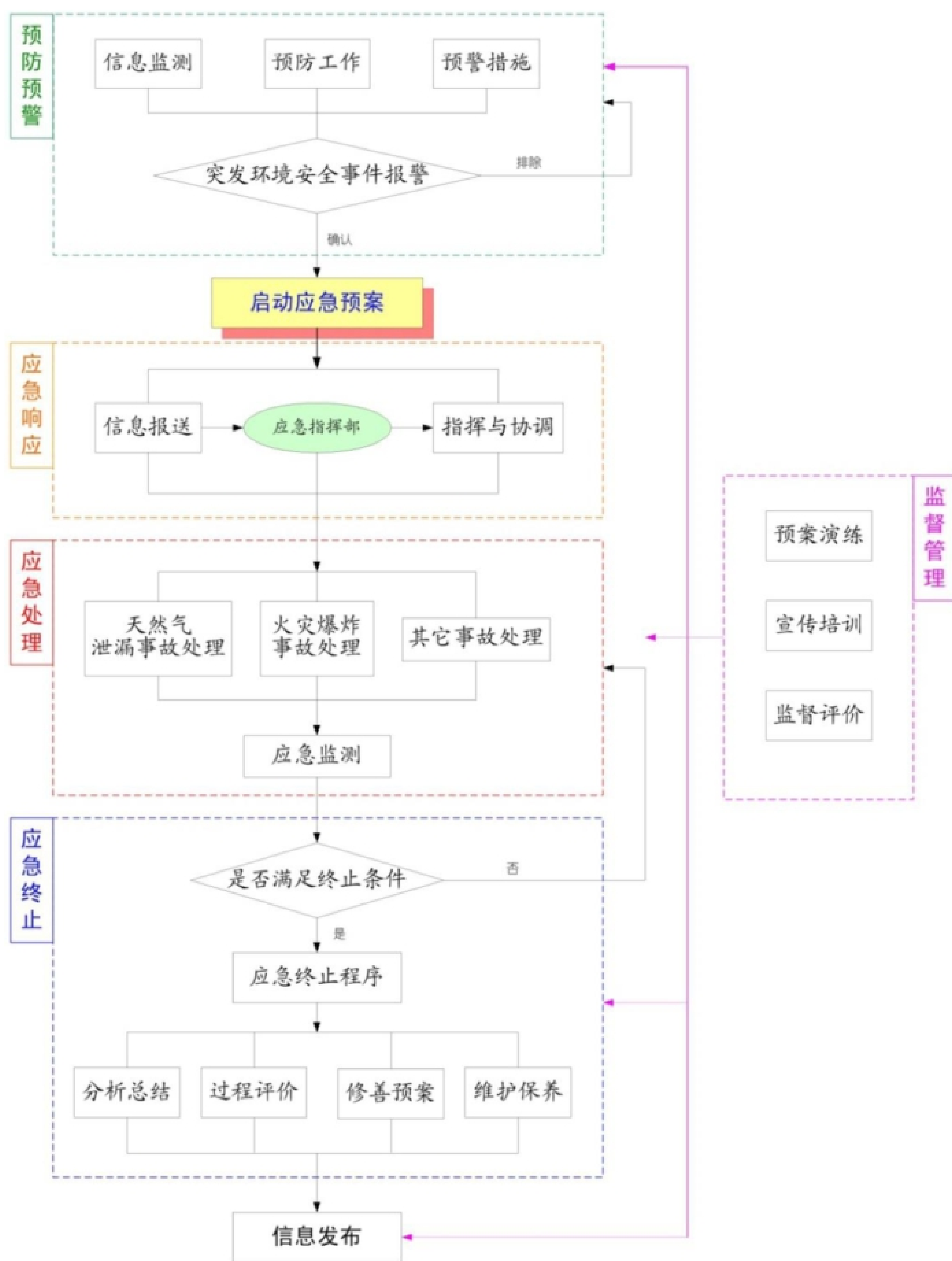


图 12.9-2　应急预案总体框架

表 12.9-1　事故应急预案主要内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急组织及职责	1)应急组织机构必须能够识别本辖区及下属单位可能发生的事故险情，并有对事故做出正确处理的能力； 2)全面负责站场的安全生产运行，负责制定应急抢险的原则以及编制各类可能发生的工程事故的应急计划，对装置的紧急停工及事故处理做出预案。
3	应急教育与应急演习	1)应急组织机构应做好对各岗位人员的培训，以加强日常应急处理能力的培养和提高； 2)向本站场的职工大力宣传有关生产安全操作规程和人身安全防范知识，减少无意识和有意识的违章操作。对职工进行应急教育，特别是工艺站场的操作人员，向他们提供有关物料的化学性质及其必要的资料。 3)对应急计划中有关的每一个人的职责要有明确分工，对每一项具体的应急计划都要进行定期演练，做到有条不紊，各负其责，确保发生事故时能立即赶赴现场，进行有效的处理和防护工作。 4)与消防队进行定期的信息交流，建立正常的执勤制度，并定期开展消防演习。
4	应急设施、设备与器材	配备必要的抢修、抢险及现场保护、清理的物资和设备，特别是在发生火灾、爆炸危险性较高的敏感区域附近，应急设备不但要事先提供、早作准备，而且应定期检查，使其一直保持能够良好使用的状态。
5	应急通讯联络	配备畅通的通讯设备和通讯网络，如手机、对讲机、事故广播、卫星电话等，一旦发生事故，就要采取紧急关停、泄压等控制事故和减轻事故影响所必须采取的行动，同时与有关抢险、救护、消防、公安等部门联系，迅速取得援助，并在最短时间内赶到事故现场抢修和处理，以使事故的影响程度降到最低。
6	应急抢险	1)谁来报警、如何报警； 2)谁来组织抢险、控制事故； 3)事故抢险和控制方法的要求以及应急器材的使用、分配等； 4)除自己必备的救护设备外，还应考虑到一旦发生重大伤亡事故情况下所需要的医疗救护，应事前和有关医院、交通等部门约定事故情况下的救援措施； 5)要有专门的人员来组织现场人员撤离，并有保护事故现场、周围可能受影响的职工、居民及周围的设备、邻近的建筑物的措施。
7	应急监测	1)发生天然气泄漏事故时，应急监测的主要内容是对周围大气环境监测和站场空气中有毒有害物质浓度的监测； 2)发生有毒有害物质泄漏事故后，应委托当地劳动卫生部门进行现场监测，并写出事故影响报告，以确定事故影响的范围、程度，为制定应急策略提供依据。
8	应急安全与保卫	应制定事故情况下安全、保卫措施，必要情况下请当地公安部门配合，防止不法分子趁火打劫。
9	事故后果评价及应急报告	对事故后果进行评价，确定事故影响范围、危险程度，并写出事故后果评价报告及事故的应急报告，为以后的应急计划提供准确有用的资料。
10	应急状态终止与恢复措施	规定应急状态终止程序 事故现场善后处理、恢复措施 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
11	公众教育和信息	对管道及站场邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
12	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

12.9.3　应急预案的组织与实施

本工程投产后，管道运行管理单位，要结合实际情况，充分分析管道存在的环境风险，提出针对性的风险消减措施，完善本单位环境突发事件应急预案，按规定组织预案评审，及时向地方生态环境行政主管部门进行预案报备。要结合新建与在役管道连接后产生的工艺变化、运行机构管理范围调整等情况，重点考虑管道沿线环境敏感区、高后果区的环境风险应急需求，根据实际需要配置充足的应急物资，并定期进行应急演练和环境应急预案更新。

1)　应急预案应重点说明可能的突发环境事件情景下需要采取的处置措施、向可能受影响的居民和单位通报的内容与方式、向生态环境主管部门和有关部门报告的内容与方式，以及与政府预案的衔接方式。

2)　本工程各运行单位应根据《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)>的通知》(环发[2015]4 号)，结合本工程特点制定环境风险应急预案，并在投产前完成备案。

3)　建设单位在制定应急预案时，应与依托的工程管理部门进行衔接，使本工程应急预案与原工程应急预案相符，应与其建立通畅的沟通联络机制，以及联合演练机制等等。必要时应及时更新应急预案，并重新备案。

4)　拟建工程涉及敏感目标较多，建设单位在编制应急预案时，应与敏感目标主管部门衔接，制定适合的风险应急处置措施，落实应急物资、应急资金、应急队伍和社会救援机构的内容，并定期进行培训和演练。

12.9.4　应急预案的培训与演练

项目运行后应制定应急预案演练计划，根据计划定期进行演练，并根据演练中发现的问题对应急预案进行修改完善。

12.9.5　应急联动

根据应急类型、发生时间和严重程度，按照法律法规和标准必须要向外部有关部门通报。在应急总指挥的指导下，通讯联络负责人按照预案的规定，向需要通报的企业外机构通报(上报)有关信息。

1)　与当地政府应急预案的联络和联动

根据应急类型、发生时间和严重程度，向当地政府公安、消防、环保、卫生等部门通报事故情况，及时启动与地方应急预案的联动。

2） 外部应急救援

本管道还应建立本单位与国家及地方相关机构用于应急响应的电话网络和传真网络，确保应急状态下信息传递畅通。应急电话网络和传真网络信息的更新要及时，并以附件的形式附在预案的后面，并保存在各级应急指挥系统内。

12.9.6 应急保障

拟建管道沿线已有的维抢修机构，管道沿线维抢修总体依托条件较好，不再新建维抢修机构。

12.10 重要环境保护目标段管道事故应急要点

12.10.1 保护目标

本工程管道穿越主要环境敏感目标是内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区，其它还有生态保护目标、地表水和地下水保护目标、环境空气、声环境以及环境风险保护目标，具体见本报告书 1.9 节。输气管道事故对生态保护目标、近距离居民点影响较大，对地表水、地下水保护目标则影响较小。

12.10.2 主要风险预防措施

1） 采用合理的穿越方式穿越水环境敏感目标段，若因为地质条件、施工难度等原因确实无法采用非开挖方式，需选择合适的时间进行施工，缩短工期，保证管顶埋深，提高设计等级或增加盖板，增加管道壁厚，焊接采用双百检测，采用加强级“三层 PE”防腐涂层等措施，提高管道运行期间的安全系数。

2） 敏感目标穿越段上、下游合理设置监控阀室。

12.10.3 风险分析

敏感目标穿越段，管线运行期的主要风险为输气管道破裂泄漏，以及泄漏导致的火灾爆炸事故。拟建工程输送的为净化后的商品天然气，气体密度小于空气，管道发生泄漏后对水环境保护目标基本无影响。但管道泄漏导致火灾爆炸事故引发的次生危害及管道事故维抢修过程中有可能会对周围居民和环境空气以及生态环境产生一定影响。

12.10.4 应急响应

一旦发生管道火灾爆炸事故引发的环境污染事故，以及天然气泄漏事

故等，应立即启动拟建工程的事故应急预案，并将事故情况按事故级上报；同时启动与当地环保、水利、消防主管部门和当地政府的应急联动。事故段近距离站场应急先遣队应率先到达现场，并初步评估事故大小和影响范围，开展事故控制与处理。

情况紧急时，可越级直接向西南管道公司应急领导小组报告，同时向地方政府、相关主管部门报告。启动程序见图 12.10-1。

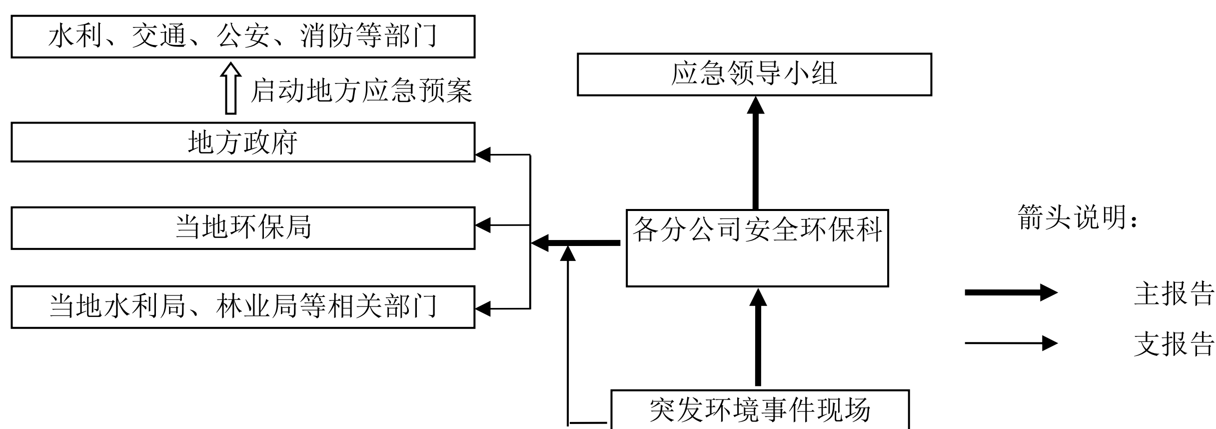


图 12.10-1　敏感目标穿越段应急预案启动程序

12.10.5　区域应急的联动方案

发生事故，在企业自救的同时，应及时向当地政府有关部门(消防、安全监督、公安、环保、保护区管理部门等)报告，请求援助，政府根据事故情况分级启动区域应急预案。

12.10.6　管道泄漏、火灾(爆炸)事故应急措施

1)　采取有效措施，尽快切断污染源。

2)　迅速与敏感目标主管部门取得联系，通报事故情况。如有必要，立即开展事故对该区域敏感目标的影响监测。同时采取相应措施减少事故对该区域的影响。

3)　对污染状况进行跟踪调查，对重要保护目标及时采取有效保护措施使其免受或少受影响。

12.10.7　应急预案

拟建工程一旦在敏感目标穿越段，或距敏感目标近距离段发生泄漏事

故，应立即启动本预案，并立即通知地方，启动当地应急预案。在地方应急救援队伍未到达现场前即实施该程序，当地方应急响应部门到达现场后，积极配合地方应急响应部门开展此项工作。一旦上述管段发生事故，应立即组织近距离居民撤离到警戒区外，事故点的上风向。之后视事故大小，现场确定是否将居民进一步疏散。

1） 本程序第一责任人：应急先遣队队长；第二责任人：维抢修队 HSE 管理员。

2） 事故发生后，应立即启动事故点两侧截断阀室的截断放空程序，控制事故恶化。

3） 先遣人员到达现场后，立即对事故危险现状作出初步评估，并将事故现状向当地政府以及相关部门(环保、消防、环境应急监测、水利、林业等)报告，请求援助，地方政府根据事故情况分级启动区域应急预案。

4） 开展可燃气体监测，现场指挥员根据初步确定的危险范围在事发点的安全距离外划定警戒区，主要出入口由专业抢险队队员看管。

5） 人员疏散。

6） 针对不同类型的敏感目标，开展相应的事故应急监测。

12.10.8 应急保障

1） 资金保障

（1） 在年度预算编制时，应急管理部门、财务部门应对日常应急工作所需费用，应急系统和队伍建设的装置配备、物资储备、培训、演练、设备维护所需资金做出预算，经审定后，列入年度预算；对于突发事件形成的预算外费用，按公司预算外资金审批程序办理。

（2） 事故处置结束后，对应急处置费用经相关部门审核签证后，据实列支相关费用。

2） 技术保障

（1） 由应急管理机构和人事处组建专家库。专家组成员及单位、专业、住址、联系方式由应急管理机构和人事处共同掌握并及时更新。

（2） 需要调动的专家不在专家库时，由公司应急领导小组现场确定。

12.10.9 应急预案的关闭

1） 确认事故现场危险已消除；

2） 确认事故已经得到有效控制，不会继续对敏感目标造成威胁；

3） 各应急小组现场工作结束后，逐级向现场应急指挥组汇报；

4） 应急指挥组确认达到应急抢险预案关闭条件后下达关闭命令；

5） 各应急小组接到命令后，清理现场并撤离。

12.10.10 环境恢复

事故得到控制后，相关人员进行生产恢复和环境恢复。

12.11 小结

12.11.1 结论

1） 本工程主要危险物质为天然气。新建管线沿线设置站场 4 座，线路截断阀室 11 座。将两个阀室间管段划分为一个危险单元管段，每个站场划分为一个危险单元，共划为为 15 个管段、4 座站场。本工程危险因素为天然气泄漏产生的甲烷对人群产生窒息影响，以及天然气泄漏引发火灾产生的次生污染物 CO 对人群的影响。

2） 本工程为天然气长输管道项目，基于输气管线项目特点，沿线环境敏感目标主要为人群。预测结果表明，发生天然气泄漏事故后，不会出现甲烷的毒性终点浓度范围；天然气泄漏后，在发生火灾次生污染的情况下，不会出现 CO 毒性终点浓度范围。但建设单位仍需制定严格的风险防范措施、疏散措施和应急预案，并定期进行演练，以减小事故发生后对人群的影响。

3） 本工程环境风险可防可控，但在人口密集区、环境敏感区等区段还需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低事故发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

12.11.2 建议

1） 在后续的设计、施工和运行过程中，严格按照国家、行业和地方的法律法规和相关标准、规范的要求，健全、完善、落实和保持公司风险源的安全控制措施和设施。

2） 建立、完善、落实事故防范措施和应急预案，进一步提高公司设备的安全水平，保障人员和财产的安全，将环境风险降低到合理可行的最低水平上。

3） 管道建成后，要切实加强管理，加强安全教育工作，提高操作人

员的安全防范意识，严格执行操作规程，进行有效演练，将环境风险事故发生的可能性降到最低，并能在事故发生后进行有效的应急。

13 环境保护措施及其经济、技术论证

13.1 施工期环境保护措施及论证

本工程对环境的影响主要是在施工期，主要表现为对生态环境、自然景观、水源地等的影响。为最大限度地减轻施工作业对环境的影响，便于施工期环境管理，结合管道施工的特点，将工程施工期拟采用的环保措施和工程应采取的环境保护措施总结如下：

13.1.1 生态环境保护及恢复措施

13.1.1.1 施工期管理措施

1） 强化施工阶段的环境管理。在施工期间，为保证施工质量，除了由质量监理部门派人进行监督，保证环境保护措施得到落实，还应建立环境监督制度，监督指导施工落实生态保护的施工措施。

2） 严格划定施工作业范围，在施工带内施工。施工过程中应确定严格的施工范围，并使用显著标志(如彩旗或彩色条带)加以界定，严格控制工程施工过程中的人工干扰范围。在保证施工顺利进行的前提下，尽量减少占地面积。严格限制施工人员及施工机械活动范围。在林地内施工，更应该注意这一点，要减少人员，少用机械，以最大限度减少对林木的破坏。

3） 做好施工的组织安排工作，减轻损失。应根据当地农业活动特点组织施工，减轻对农业生产破坏造成的损失。施工期应选择在一季作物生长期间完成，尽量不占用作物的生长时间。穿越河流段一般应选择枯水期进行。

4） 妥善处理施工期产生的各类污染物，防止其对重点地段的生态环境造成重大的污染，特别是对河流水体及土壤的影响。

5） 禁止夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰。

6） 挖掘管沟覆土回填时，应执行分层开挖、分层回填的操作制度。提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

7） 在通过居民区的地段施工时，施工道路要洒水，防止扬尘对居民的影响。

8） 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，使之尽快恢复原状，

将施工期对生态环境的影响降到最低程度。

9) 施工结束后，应按国务院的《土地复垦规定》复垦。凡受到施工车辆、机械破坏的地方，都要及时修整，恢复原貌，植被(自然的、人工的)破坏应在施工结束后的当年或来年予以恢复。

10) 加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花损木，严禁砍伐、破坏施工带以外的作物和树木。不准乱挖，乱采野生植物，不准随便破坏动物巢穴，严禁捕杀野生动物。约束其在非施工期间的活动范围。

11) 站场周围栽种树木进行绿化，道路两旁也要种植花卉、树木，以降低噪声。

13.1.1.2 生态恢复措施

1) 总体措施

(1) 严格遵守操作规程

在敷设管道的地方，应执行分层开挖的操作制度，表层土与底层土分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。丘陵山区段，表土与底土很难实施分开堆放，建议将表土装入编织袋，装有表土的编织袋可用于做临时挡墙、临时护坡。

(2) 做好施工后的恢复工作。

本工程可恢复面积为695.73hm^2,可恢复耕地面积565.77hm^2,可恢复林地原状面积129.47hm^2，将林地恢复为草地面积75.51hm^2，草地可恢复面积0.49hm^2。施工结束后，施工单位应及时清理现场，对施工车辆、机械破坏的区域及时恢复原地貌，植被一时难以恢复的可在来年予以恢复。

(3) 农田段做好土地的复垦工作

农业生态区管段施工尽量避开农作物生长季节；本工程扰动占用的耕地均需恢复地貌，并复垦；施工单位应负责清理现场，凡施工车辆、机械破坏的地方都要及时恢复地貌，然后交由农民恢复种植。

(4) 在进行生态恢复之前，施工过程中造成的任何干扰地表和切割坡面必须进行地貌恢复，然后根据不同地段自然环境条件和工程运营要求，落实必要的绿化覆盖措施。

(5) 植被恢复工作应在雨季到来之前形成较好的生长态势，避免因地表裸露产生水土流失而影响恢复效果。

(6) 生态恢复时，应尽量采用本地种类或常见绿化物种，严禁随意使用非本地物种，避免因生物侵袭给当地的生态系统带来严重伤害。

(7) 保护表土措施

管道施工表层土在作业带征地范围内进行堆放，并做好剥离表土临时覆盖挡拦措施；施工中，管沟开挖土石方坡脚布设编织土袋临时挡拦，雨季做好临时堆土区彩条布临时覆盖。

站场施工，剥离表土进行装袋摆放或在站内空地内进行堆放，并做好剥离表土临时覆盖挡拦措施。

施工便道区，施工前，对施工扰动区进行表土剥离，剥离表土采用编织袋装填用作挖填边坡坡脚的临时挡墙；在施工便道有来水的一侧或路堑边坡下方道路一侧布设临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池；对施工过程中产生的裸露边坡遇到降雨采用防雨布覆盖；施工结束后，对施工道路进行土地整治，原是耕地的则恢复为耕地，其他地类采取植被恢复措施。

2) 分段措施

(1) 敷设管道、修建施工便道

——丘陵区

管道横坡、爬坡敷设时，管沟开挖前先对管道作业带的表土和表层风化壳进行剥离和保护(剥离的表层土集中堆放，在堆体四周坡脚采用土工布覆盖或装入编织袋进行保护)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；应采取综合水土保持防治措施。在施工前布设好挡渣墙、排水沟等。管道敷设完毕后，对失稳边坡、裸露母质采取护坡、固土措施，并配套坡面水系工程，防止诱发崩岗；及时进行表土还原与土地平整，根据原土地利用类型进行恢复，具体如下：

管道穿越林地时，在管沟中心线两侧5m范围内种草，5m范围以外的扰动面按照原有树种或选择适生树种进行混交造林，林下撒播草籽恢复植被。

管道穿越草地和荒山荒坡时，选择适生的草种恢复植被。

管道穿越坡耕地时，采取恢复田埂和坡改梯措施，完善坡面排水系统，

恢复耕地。

——平地敷设

管沟开挖前先对管道作业带的表土进行剥离和保护(集中单独堆放，采用土工布覆盖)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；管道敷设完毕后，应及时回填，实施表土还原和土地平整，对破坏的农田恢复农田田坎、灌排沟渠及田间道路等。

(2) 河流穿越

围堰大开挖穿越的河流，应避开汛期施工，围堰拆除的弃渣应返回原取土地。施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

直接开挖穿越沟渠时，多余土石方就近洼地填埋并夯实，施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

定向钻穿越河流施工场地，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护，并设置泥浆池；施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内；施工结束后，剩余泥浆干化后外运至政府主管部门许可或指定地点填埋。

(3) 公路穿越

顶管穿越公路时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

直接开挖穿越公路时，施工过程中注意处理好建设垃圾；施工结束后，按原公路标准恢复道路路面、排水沟和行道树。

(4) 基本农田

建设单位应严格按照《基本农田保护条例》《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》(自然资规〔2019〕1 号)等相关规定申请临时用地并编制土地复垦方案，经县级自然资源主管部门批准后方可临时占用。临时用地到期后，应按照相关规定和复垦方案及时复垦恢复原种植条件，做好复土复耕。建设单位在补偿因临时占地对农田产量的直接损失的同时，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏、养分流失对永久基本农田造成的影响，对农作物产量的间接损失以及土壤恢复进行补偿，以用于耕作层土恢复。

(5) 站场阀室

施工前，应将表土进行剥离和保护；施工过程中，需设置临时排水沟、沉沙池，对挖方土采取临时覆盖措施；施工结束后，应处理好建筑垃圾，对非硬化地面实施表土还原和土地平整，进行绿化美化。进场道路的排水、绿化措施与站场内道路、排水一体化设计施工。

(6) 近生态保护目标段

做好人员车辆管理，严禁进入临近的五桂山楠木森林公园、尖山子森林公园范围；车辆不得随意鸣笛，惊吓周边动物；做好施工期防火应急预案，防止发生火灾。

(7) 生态影响补偿

本工程建设要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给予一定的补偿。本工程总占地约 798.82hm²，其中要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给予一定的补偿。目前我国关于生态补偿立法工作已全面展开，但还没有补偿标准，对于自然生境按照采取人工方式恢复生境所需费用进行估算；对于农田，一般采取将土地平整后交由农民恢复种植的方式，只记土地平整费，恢复种植费不计入内。

13.1.2 地表水环境保护措施

本管道拟穿越地表水水源保护区 1 处，管道穿越将对其地表水环境产生一定的影响；通过采取改线避绕，涉及近距离地表水水源保护区 8 处。

1) 一般环保措施

项目施工期的污废水主要包括管道试压水和施工人员产生的少量生活污水。管道施工涉及河道穿越时，如不采取相应的污染防治措施，也可能会导致地表水或地下水的污染。拟采取以下污染防治措施：

(1) 本工程施工人员的食宿主要通过租用当地民房、旅社等解决，施工队伍产生的生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，不外排。

(2) 项目管道全线均采用清水试压，试压分段进行，每段试压结束后，试压废水在两端排出，施工期在排出点周边设置简易沉淀池，试压废水集中拉运至经环保部门同意的地点排放。施工期施工单位须做好试压废水排放的管理与疏导工作，试压废水不得排入具有饮用水源功能的水体和III类及以上水体，排放口禁止设在饮用水源保护区范围内。

(3) 管理措施

开展施工场所和施工驻地的环境保护教育，让施工人员理解水资源保护的重要性，特别是在临近自然水体附近施工时，应制定合理的施工程序，高效组织施工作业，加强施工管理和工程监理工作，严格检查施工机械，施工材料不能堆放在地表水体附近，并应备有临时遮挡的帆布。通过科学合理、高效严格的施工管理，有助于减少施工期对周边地表水环境的影响。

2） 河流开挖

（1） 工程开挖穿越河流段避开雨季进行施工，采用围堰导流的方法分段进行开挖。管道入沟后，覆土复原，并采取稳管措施，施工结束后，对河道内可能产生的少量建筑垃圾和土方进行清理和疏浚。

（2） 在穿越河道施工过程中，应加强施工队伍的管理，严禁在河道范围内设置营地，严禁施工废料和生活污水排入河道中。

（3） 在穿越河流的两堤内禁止给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和河滩区内清洗施工机械或车辆。在准保护区内施工时，大型机械设备加油及维护过程中，物料堆放场地等区域，应做好防渗措施，铺设防渗膜，避免油品泄漏污染土壤；禁止在准保护区内存放油品储罐。

（4） 防止施工污染物的任意弃置，特别是防止设备漏油遗撒在水体中，加强设备的维修保养、在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布、及时清理漏油。

（5） 穿越水体时尽量采用人工开挖管沟和布管，减少车辆渗漏油可能对水体的影响。

（6） 在穿越河流时，应尽可能控制施工作业面，避免对河流造成大面积扰动。

（7） 禁止在穿越的水体附近清洗施工器具、机械等。

（8） 施工结束后，及时拆除围堰，恢复河床原貌。穿越水体时尽量采用人工开挖管沟和布管，减少车辆渗漏油可能对水体的影响。

3） 定向钻穿越

（1） 采用定向钻施工方式穿越河流，应在钻机旁设置泥浆池和泥浆回用系统，将泥浆沉淀后循环利用。泥浆池应留有 30%余量，防止外溢。

（2） 定向钻穿越工程完成后废弃泥浆在防渗泥浆池中自然干化后外运至当地政府主管部门许可或指定地点填埋。

(3) 钻屑在施工结束时的少量钻屑和干化后泥浆一直外运至当地政府主管部门许可地点填埋；及时对定向钻入、出施工场地进行植被恢复，减少植被破坏、水土流失对水环境的影响。

4) 内江市第三水厂沱江对口滩集中式饮用水水源保护区

(1) 应按照当地环保部门给定的水源地范围，不得进入水源地准保护区沱江水域范围，尽量减少准保护区陆域内的施工活动；

(2) 沱江穿越隧道的始发井和接收井均位于准保护区内，在施工过程中各种施工机械作业可能产生少量洒落机油对土壤会产生污染，在地下水位埋深较浅的地方还可能会污染地下水。因此，在隧道施工过程中，做好车辆油品管理，防止油品泄漏污染水体；

(3) 禁止在准保护区内存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，并做好井口的地貌恢复工作；

(4) 保护区范围内禁止直接或间接排放废水；

(5) 根据内江市自然资源和规划局要求，沱江隧道全部弃渣需要转运至指定社会渣场进行统一处置；

(6) 禁止倾倒工业废渣、垃圾、粪便及其它废弃物；

(7) 禁止侵占、损毁输水渠道、堤防、护岸；

(8) 严禁在饮用水源保护区内设置排污口。

(9) 管道穿越水源保护区在施工前应向当地环保和水利部门通报施工方案和进度安排，并接受监督。

(10) 在准保护区陆域内开挖施工时，要限制并尽量减少施工作业带宽度、限定施工人员活动范围；

(11) 开挖的土石方远离准保护区水域范围堆放，临时堆放于管沟两侧，并压实，减少水土流失；废弃土石方禁止随意堆弃，应做到尽量回填，多余的土石直接用于固堤；

(12) 及时清理、回收生活垃圾和施工现场的工业固废(焊条头、砂轮、涂漆刷等)，并妥善处理。

5) 近距离水源保护区环保措施

(1) 严格限制施工活动范围，按照设计线路和施工场地位置进行施工，不再向保护目标靠近，以免施工进入到其保护范围内；

(2) 在保护区外涉及上游穿越其水体的，禁止向水体内排放一切污染物；

管道在观音顺河镇观音洞村饮用水水源上游 1.8km 采用定向钻穿越清流河,要加强施工期车辆人员及泥浆风险管理，严禁河流洗车和排放废物等行为，制定施工跑浆冒浆风险预案，废弃泥浆最终填埋点要远离水源保护区。

(3) 在柏林寺水库水源保护区等 7 处水源保护区附近施工期，要防止水土流失，做好施工机械和人员管理，不到保护区内及水库附近，不得污染水源保护区水质，施工结束后，做好植被恢复工作。

(4) 加强临近保护目标区段管道巡线，做好管道安全环保宣传工作。

13.1.3 地下水环境保护措施

13.1.3.1 一般段管道

在四川、重庆丘陵区地段，特别是四川红层丘陵区，管道多沿丘陵间的农田敷设，该地区地下水埋深很浅，管沟开挖深度大于地下水埋深，施工过程中会揭露含水层，因此在施工过程中应在管道上、下部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度减少对地下水径流通道的扰动；尽可能将该段工程施工安排在枯水期，做好施工工序管理，尽量不采用管沟降水措施；

1) 对于管道沿线水位变幅不大，枯水期仍揭露地下水的地段，若土质较软，可采用带水作业，明沟排水的办法施工。对沟壁易垮塌的沙土段，应采用先沟外井点降水、后开挖管沟的方法施工。对土质极不稳定的、管沟难以成行的淤泥段，可采用截水板桩墙，辅以井点降水的措施开挖管沟。

2) 管道施工前，应仔细检查施工设备，禁止在开挖管沟内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染包气带和地下水；

3) 在临时加油点、临时维修点地面敷设防渗膜，避免污油、污水经包气带渗入地下，对近距离分散式水源井造成影响；

4) 雨天对施工辅料加盖塑料薄膜防止雨水淋滤形成的污水进入地下水含水层；

5) 对近距离分散式水源井，在施工前对对线路进行局部优化和局部

微调，尽量远离水井。同时，在施工期前和施工期间了解水源井的动态变化，若由于管道施工造成对居民饮用水源的影响，应及时采取补救措施，为居民提供矿泉水等临时供水；

6） 管道沿线施工不设施工营地，在管道沿线水源保护区和集中式水源井附近施工时，施工机械存放、设备加油等工作内容远离水源保护区和水源井，布置在保护区和水源井下游；

7） 施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)和生活垃圾每天应分类及时回收；

8） 为保证所用钢管安全可靠，线路用管应符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T 9711-2011)的要求；

9） 施工结束后要尽快恢复原貌。

10） 站场施工期间，人员生活及操作将不可避免的产生生活污水与生产废水，需要对其采取合理的保护措施，防治污染周边地下水。

13.1.4 声环境保护措施

1） 加大声源治理力度。选择低噪声施工机械，加强设备、车辆的日常维修保养，使施工机械保持良好运行状态，避免超过正常噪声运转。

2） 合理布局施工现场。避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声压级过高。

3） 合理安排施工时间。在制定施工计划时，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，高噪声设备施工安排在日间，管线运输、吊装应安排在日间，夜间减少施工量或尽量不施工。

4） 在距居民区较近地段施工时，要避免夜间作业，以防噪声扰民。严格执行《建筑施工场界噪声限值》对施工阶段噪声的要求，需要在夜间施工时，必须向当地环保部门提出申请，获准后方可在指定日期进行，并提前告知附近居民。施工车辆路过村庄时禁止鸣笛。

5） 施工期对近距离敏感点声环境进行监测，一旦发现有超标现象，根据现场实际情况采取降噪措施，如调整施工场地布局，建立临时围挡等，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求。

6） 隧道爆破降噪措施：减小爆破的用药量和爆破次数。对于岩石开挖厚度小于 2m 的区域，一次性钻至设计深度，岩石开挖厚度大于 2m 的区

域分 2 层进行爆破。在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。

7） 加强对施工期噪声的监督管理。建设单位的环保部门应按国家规定的建筑施工场界噪声标准，对施工现场进行定期检查，实施规范化管理，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行查处，同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

在采取了以上噪声污染防治措施后，施工期的噪声水平可以接受，经济、技术可行。

13.1.5 环境空气保护措施

1） 根据施工过程的实际情况，施工现场设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

2） 避免在大风日及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水方式抑尘措施。

3） 管沟挖土及时回填，长时间不回填，采取管沟土加盖蓬布等抑尘措施，工地实施半封闭隔离施工。

4） 加强施工区的管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

5） 汽车运输易起尘的物料时，要加盖蓬布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。另外，运输路线尽可能避开村庄，施工便道尽量进行夯实硬化处理，减少扬尘。

6） 加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物的排放。

以上扬尘防治措施可以有效地降低施工扬尘产生量，从环保角度可以

接受，经济、技术上可行。

13.1.6　固体废物防治措施

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、施工废料和弃渣等。

1)　生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆、饭店或村庄，生活垃圾处理均依托当地的处理设施。

2)　废弃泥浆

施工结束后剩余泥浆经干化后，外运至当地政府主管部门许可或指定的地点填埋。

3)　工程弃土

(1)　一般地段，多余土方平洒在施工带上。在耕作区，开挖时熟土(表层耕作土)和生土(下层土)分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量(高出地面0.3～0.5m)。

(2)　围堰大开挖在枯水期施工，围堰工程量小且标准较低。开挖时需要在河流的上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

(3)　定向钻穿越河流，会产生少量钻屑，用来加筑堤坝或平整场地，最终钻屑和干化泥浆外运至当地政府主管部门许可地点填埋。

(4)　顶管方式穿越高速、等级公路时的少量多余土方，一般平撒在施工场地，平整后恢复地貌。

(5)　沱江对口滩水源保护区隧道穿越弃渣按政府要求，运至当地弃渣消纳场进行社会利用。

(6)　站场建设场地平整，基本实现挖填平衡，无弃土弃渣。

4)　施工废料

施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门有偿清运。本工程施工期所产生的固体废物均采取了有效措施，并且做到了回收利用，从经济、环保角度均是可行的。

13.2　运行期环境保护措施及论证

13.2.1　地表水环境保护措施

(1)　运行期各站场生活污水经化粪池预处理后，进入一体化生活污水处理装置处理达标后用于绿化，多余污水拉运至附近生活污水处理厂处置。

(2)　运营期站场内生活污水处理装置区域、危废暂存间采用天然或人工材料构筑防渗层，防渗性能不低于 1.5m 厚、渗透系数为 10cm/s 的黏土层，生活污水处理达标后绿化回用不外排。

本项目运行期不会对周围水环境产生不良影响，从经济、环保角度均是可行的。

13.2.2　地下水环境保护措施

运行期正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系。运行期站场应强化生活污水和固体废物的管理，确保污水系统稳定有效运行，对危险废物进行专门管理，加强废液固废装卸转运时的跑冒滴漏预防管理，注意清管废渣、分离器检修粉尘的收集和处理工作。采取以上防护措施后，项目区域地下水环境可以得到有效保护，经济、技术上可行。

13.2.3　声环境保护措施

管道运行期噪声源主要来自站场压缩机组、空冷器、空压机、放空系统等。设计拟采取的降噪措施如下：

(1)　初步设计时优化站场平面布置，各站场厂界设置 2.5m 高实体围墙。

(2)　设备选型时选用低噪声设备，压缩机、空压机声压级小于 85dB(A)，空冷器声压级小于 80dB(A)。

(3)　在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声。

(4)　压缩机设置专门压缩机厂房，厂房采用钢结构设计，内外墙及屋面均采用彩钢复合夹芯板，设置吸音降噪材料；压缩机组基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门窗。采取上述措施后，可有效地降低压缩机组(机房)的整体噪声强度，降噪量约为 30～35dB(A)。

(5)　空压机放置在室内，厂房采用混凝土框架结构，墙面设置吸音材料；空压机基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门

窗。采取上述措施后，可有效降低空压机厂房的整体噪声强度，降噪量约为30～35dB(A)。

(6) 铜梁压气站、威远首站、泸县首站空冷器安装进气消声器、排气消声器降噪。

(7) 对各站场周围进行绿化，起到吸声降噪的作用。

(8) 放空噪声具有突然性且声级较大，除异常超压情况外，应尽量控制在白天进行，在检修放空前应提前告知周围居民，做好沟通工作。

根据声环境保护目标噪声预测结果，威远首站东侧见滩坝夜间声环境预测值不能满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1类区标准，超标3.5dB(A)。超标原因主要是空冷器声压级较高，距离东侧厂界较近。因此，本评价提出在威远首站2台空冷器周边分别设置约5m高U形隔声屏障，降噪量约25dB(A)。

威远首站空冷器采取隔声降噪措施后，噪声预测结果见表13.2-1。

表13.2-1 威远站见滩坝噪声预测结果与达标性分析表

序号	声环境保护目标名称	噪声背景值/dB(A)		噪声标准dB(A)		噪声贡献值/dB(A)	噪声预测值/dB(A)		较现状增量/dB(A)		达标情况	
		昼	夜	昼	夜	昼、夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	见滩坝	44.5	40.0	55	45	40.65	46.0	43.4	1.5	3.4	达标	达标

采取上述降噪措施后，可确保各站场厂界噪声贡献值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准，站场周边居民区声环境均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1类区标准。因此，本工程采取的降噪措施可行。

13.2.4 环境空气保护措施

根据工程分析，废气主要来自站场清管作业、分离器检修和系统放空排放的天然气。为了减少对环境大气的污染，工程拟采取的主要措施有：

1） 采用合理的输气工艺，选用优质材料，管道及其附属设施，在设计时充分考虑抗震，保证正常生产无泄露。

2） 在站场围墙外设置放空立管，采用密封良好的双阀控制。

3） 加强管理,减少放空和泄漏，站场设置放空系统，大量天然气通过放空立管排放，利用高空疏散，减少天然气排放的安全危害和环境污染。

根据管道在运行期对环境空气的影响分析结果，其影响在可接受范围内，没有污染物超标现象。因此，所采取的环境空气防治措施经济、技术上可行。

13.2.5 固体废物防治措施

管道运行期间，各站场所产生的工业固体废物主要有：清管作业时产生的废渣，主要成份为粉尘、氧化铁粉末；分离器检修(除尘)时产生的少量粉尘；压缩机检修时的废润滑油；过滤分离器废滤芯、废电池等；各站人员产生的生活垃圾等。主要处理措施如下：

1） 对于清管作业和分离器检修的固体废物，属一般固体废物，目前输气管道工程均采用将其导入站内排污罐中集中存放，然后定期清运到当地环保部门指定地点进行填埋处理。由于其量很少，且不含有毒有害成分，只要征得当地环保部门的同意，合理选择废渣填埋地点，或直接运往当地垃圾处理场填埋，不会对当地环境造成大的影响。

2） 生活垃圾的处置将按照《城市生活垃圾管理办法》处理，沿线各站场分别与当地环卫部门签订处理协议，交环卫部门统一处理；对农村场站要与当地环卫部门进行联系，交由环卫部门合理处置。

3） 压缩机检修时排放的废润滑油、废铅蓄电池等，按《国家危险废物名录》属于危险废物，在危废暂存间暂存后交由有资质单位进行处置。

采取以上措施后，本工程产生的各种固体废物均可得到妥善处置，不会给周围环境带来危害，从经济、环保角度均是可行的。

13.3 环境风险防范措施

13.3.1 施工期

1） 严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品。

2） 施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量。

3） 管道焊缝采用射线和超声波探伤，提升焊接质量。

4） 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。

5） 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段。

6） 进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷。

7） 强化定向钻和沱江水源保护区隧道施工风险预案，制定针对跑浆、冒浆、突发大量涌水等风险情形的应急处置措施。

8） 施工要注意防火季防止引发森林火灾，特别是近森林公园段。

9） 选择经验丰富的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

10） 按照《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，需要对管道两侧 5m 范围内居民进行拆迁。

13.3.2 运行期

(1) 做好防腐设计，对道外防腐层采用环氧粉末聚乙烯复合结构(3LPE)，在穿越环境敏感区段及临近人口密集区，采取提高设计系数、增加管道壁厚的措施；

(2) 对全线采用监控与数据采集系统(SCADA)、监控阀室设置远程终端装置(RTU)、站场设置站控系统(SCS)，站场进出口设置紧急截断系统(ESD)，确保事故状态自动紧急截断；

(3) 站场和阀室装置区等处设置防爆可燃气体检测仪，配备可燃气体报警控制器；

(4) 做好设备和管线防雷、防静电接地，按要求配置消防设施。

(5) 针对管道沿线人口密集区域和穿越水环境敏感区域，进一步提高管道设计系数，尽量增加管道壁厚和降低阀室间距。

(6) 强化管道附近居民的宣传力度，做好管道标志设置。

(7) 编制工程应急预案编制，纳入建设或运行单位应急管理体系，明确企业应急预案应与相关部门预案衔接，并向生态环境部门备案。报告书针对管道泄漏及火灾提出了应急监测计划，明确环境空气监测项目、监测点位和监测频次，明确管道沿线人口密集区域的撤离通道，做好应急演练工作。

8） 定期开展管道完整性评估，进行管道壁厚的测量，对严重减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故的发生。

9） 每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

10） 公路、河流穿越点标志要清楚、明确，并且应能从不同方向，不同角度均可看清。

11） 加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看

地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

13.4 川气东送天然气管道工程采取的环境保护措施经验

根据川气东送天然气管道工程环评报告和竣工环保验收调查报告，针对其施工和运行期采取的环保措施进行回顾梳理，同类经验措施可以参考用于本工程施工期、运行期，以最大限度降低工程环境影响。

表 13.4-1　川气东送天然气管道工程主要环保措施

类别	措施内容
生态	1、建设过程中避免机井、灌渠、灌溉暗管等农田基础设施受重型、庞大施工设备碾压。 2、临时占用的农田，使用后立即实施复垦措施，部分与农民协商，由农民自行复垦。临时占地区的原有植被恢复率达 97.0%。 3、工程建设对工程所在区域的动植物基本无影响。 4、在实际施工过程中，为防止管道施工后发生水土流失，工程在穿越处均采取了水土保持措施。 5、植被恢复地区采用灌草结合方式进行恢复。
大气	1、管道施工过程中，对施工营地、料场的散体材料水泥、砂石等加覆盖物，施工现场设置围栏运送散体材料的车辆加盖篷布、定期进行洒水降尘、覆盖和密闭运输，有效的控制了施工扬尘对周围环境、环境敏感点和施工人员的影响。 2、对于清管作业和分离器检修废气，加强管理措施，减少天然气的泄漏量；天然气若发生超压放空时，为防止事故和减少非甲烷总烃的排放量，对放空的天然气采用点火燃烧。
地表水	1、河流穿越工程施工时尽可能避免了污水、垃圾、施工机械废油、弃土等污染水体。 2、施工单位充分利用河网交错的水上运输通道，减少了工程建筑材料运输对河网密布地段地表或水体的影响。 3、定向钻方式穿越河流、湖泊和水库时，管道埋深均处于河流河床设计冲刷线以下稳定层内，对航运及河床稳定影响较小。 4、定向钻泥浆的泥浆池按要求铺设 PVC 防渗材料，且泥浆排放总量控制在泥浆池总容积的 70%，防止暴雨时泥浆外溢流入水体。 5、河流穿越段在施工后进行了河岸防护工程（穿越段岸坡采用浆砌石护坡、护岸等）。 6、大开挖穿越段拆除围堰，恢复河道。 7、定向钻、盾构等出、入土点按原貌恢复的原则进行了地貌恢复。 8、管线穿越敏感点水源保护区河段时，施工期选择在枯水期进行开挖作业，并在施工后进行河岸水工防护和地貌恢复。 9、污水处理装置投入运行后，出水水质达到 GB/T18920-2002《城市污水再生利用城市杂用水水质》标准要求，作为上海末站站场绿化用水，不外排。
噪声	1、将压缩机放于室内，压缩机房尽量采用隔声门窗，墙体采用吸声、隔声效果好的材料。 2、压缩机组和空冷器采用低噪声风机、电机，放空系统和火炬采用消声器。 3、管道和阀门采用软性材料包扎，以减少管道的声辐射。 4、清管作业尽可能安排在昼间进行，避免扰民。 5、对站场周围栽种树木进行绿化。 6、除 2 个站受周环境影响超标外，其它 11 个站场噪声值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准的要求。
固体废物	1、废弃泥浆放在防渗的泥浆池中，经干化后就地安全填埋，敏感地段由环保部门指定地点安全填埋。 2、除隧道开挖、大型河流穿越等，其他地段挖填基本平衡，无弃渣。3、管道敷设后土石方大多用于管沟回填，弃土石方用于修路垫路基。

13.5　敏感点段环境保护措施

本工程在施工建设过程中将穿越水环境敏感段，为便于施工期的环境管理，现根据施工中的作业特点和各施工区段的敏感目标分布情况，分别提出具体的环境保护措施，见表 13.5-1。

表 13.5-1　环境敏感区段施工期环境保护措施

沿线敏感点段	环保措施
内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区准保护区	1．施工场地应尽量紧凑，减少占地面积。 2．施工期间加强对施工人员的管理，禁止施工人员破坏施工带以外的植被和捕捞鱼类。禁止在保护区内存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水。 3．动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 4．施工过程中产生的弃渣运至政府部门指定的社会消纳场进行利用，不准随意丢弃。禁止向水体内排放一切污染物。 5．施工结束后要尽快恢复竖井场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。竖井施工区场地进行植被恢复。 6．严禁在饮用水源保护区内设置排污口和施工营地。 7．在保护区段单独试压，试压废水不得在水源保护区和沱江排放。 8．在沱江钻爆隧道掘进的过程中产生的涌水首先排入临时施工场地内的沉淀池，加入 pH 调节剂调整到 6-9 后，将污水用罐车转运至污水处理厂处置(最近的资中县银山镇生活污水处理厂距离 5km)，禁止在水源保护区内排放。 9. 制定施工期环境风险应急预案，防范隧道大量涌水等突发事件。 10. 施工场地内机械设备、临时堆渣等可能产生污染场地区，须采取土工膜、硬化等防渗措施。 11　沱江对口滩准保护区内一般线路段严格控制施工作业带宽度 22-24 米，除局部陡坡、陡坎和困难段以外，作业带宽缩减至 22m。

13.6　环保投资估算

工程总投资 61.23×10^8元，其中环保投资共计 7951.26×10^4元，占总投资的比例为 1.3%，主要用于恢复地貌、恢复植被、生态敏感区域恢复治理、环境监理、监测等施工期生态环境保护措施等。环保验收及投资估算详见表 13.6-1。

表 13.6-1　三同时”验收及环保投资估算

治理项目		设备或措施	数量	处理效果	投资（万元）
一般项目区	恢复地貌	人工或推土机	282.77km	恢复原貌	424.02
	植被措施	草种或树苗	100.18hm^2	恢复植被	1028.44
环境敏感区段施工		现场警示牌，植被恢复等		降低对敏感区的影响	310
隧道施工区	地貌恢复、植被恢复	表土剥离、施工场地恢复、渣场植被恢复	3km	恢复原貌	20
	地下水环境保护	施工期地下水环境保护(地质、水文地质勘察；探、堵、防水等措施)，纳入投资	1 座	避免对地下水的影响	100
施工期污染防治		固废收集处置、苫盖抑制扬尘等	282.77km	保护大气环境，控制污染	315.2
站场区	生活污水处理	化粪池、一体化处理设备	3 套	达标排放	420
	清管、检修作业粉尘	排污罐	4 座	收集处理，不外排	480

续表 13.6-1　三同时”验收及环保投资估算

治理项目		设备或措施	数量	处理效果	投资（万元）
站场区	生活垃圾处置	储存和清运设施	/套	送垃圾处理场	70
	噪声防治	隔声屏、门窗、墙体等	4 座	站界达标，敏感点无影响	900
	站场绿化	种草、植树	4 座	大于空地 15%	240
	大气污染防治	放空系统	4 套	高点排放、减少对环境空气影响	1200
	危废暂存间		4 间		40
阀室	大气污染防治	放空系统	4 套	高点排放、减少对环境空气影响	2070
环境监理、监测			282.77km	不发生或少发生环境事故、重大变动	333.6
合计					7951.26

14 环境经济损益分析

本工程建设必将会对管道沿线的环境和经济发展产生一定影响。在进行本工程的效益分析时，不仅要考虑工程对自然环境造成的影响，同时也要从提高社会经济效益为出发点，分析对社会和经济的影响。本章将对该项目建设的社会、经济效益进行分析，并按照定性和定量相结合的方法，从环境经济角度分析该项目对沿线环境的影响程度。

14.1 社会效益分析

低碳经济与环境保护已成为当今世界发展主题，发展低碳经济首先要构筑稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系。天然气作为一种高效、清洁、优质能源，对环境造成的污染远远小于石油和煤炭，是近几十年内发展低碳经济、实现节能减排的必然选择。我国也提出了“合理布局天然气管道及配套设施，基本形成覆盖全国的天然气基干管网，实现气源多元化、管道网络化、气库配套化、管理自动化、调度统一化”的天然气管道发展目标。

14.1.1 川气东送二线是保障四川盆地建成千亿方大气田和百亿方储气库的重要配套工程

近年来，随着碳酸盐岩大气田和页岩气勘探开发不断突破，四川盆地天然气已进入快速发展期，有望成为千亿方级大气区。

四川盆地将瞄准千亿方产量目标，快速推进常规气、大力发展页岩气和致密气，重点抓好川中高磨地区等下古生界-震旦系气藏、川东北高含硫气田、川东-川南页岩气和川中-川西致密气等上产稳产关键工程，确保天然气产量快速增长，助力保障我国能源供应安全。2030 年四川盆地规划产量 $1000\times10^8m^3$、2035 年 $1055\times10^8m^3$。

中石油、中石化分别提出从 2023、2025 年开始，四川盆地上产天然气将出现外输能力缺口。

此外，四川盆地规划建设铜锣峡、黄草峡、牟家坪、老翁场、普光清溪等多座地下储气库，远期规划库容超过 $100\times10^8m^3$。四川盆地丰富的储气库资源，除满足本地市场调峰和应急之外，还可以通过川气东送二线外输，解决中东部地区部分调峰需要。

川气东送二线是继忠武线、川气东送、中贵线之后，四川盆地天然气又一外输通道，其建设将有力保障四川盆地上产天然气外输通道畅通，解决近期外输瓶颈，确保远期千亿方产量目标得以实现，并助力解决中东部地区调峰资源匮乏问题。

14.1.2　川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程

川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程，有利于充分发挥 LNG 接收站的供应保障、储气调峰和应急保供的作用。

川气东送二线通过宁波-诸暨 LNG 注入管道、六横 LNG 注入管道将宁波舟山区域多座 LNG 接收站、约 1800 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过温州 LNG 注入管道、台州玉环 LNG 注入管道，将温州区域多座 LNG 接收站、约 1400 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过川气东送二线干线、西二线上海支干线、宣城-合肥联络线、温州-福州联络线等管道向浙江、周边沿海省份以及内陆省份辐射。一方面有效消除了 LNG 接收站气源孤岛问题，另一方面极大增强了上述市场区域天然气供应保障能力，并可充分利用 LNG 接收站储销快捷的优势，满足储气调峰和应急保供的需要，构建起协调发展的产运储销体系。

14.1.3　川气东送二线将保障长江经济带沿线省市天然气供应

川气东送二线横贯长江经济带，对保障沿线省市天然气供应，改善大气环境、优化能源结构，推动碳达峰和碳中和将起到积极作用。

川气东送二线干线和支线途经长江经济带的四川、重庆、湖北、安徽、江西、浙江、江苏等 7 省市，并通过川气东送管道、潜江-韶关管道辐射上海、湖南 2 省市。长江经济带区域经济发达，对低碳能源——天然气需求量旺盛。

2020 年 9 月 22 日，在第七十五届联合国大会一般性辩论上，习近平主席提出我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。近中期，能源行业实现减碳的有效路径是大力提高天然气生产和利用。在此背景下，预计上述 9 省市 2030 年天然气需求到将快速增长到 2015×10^8m^3，比 2019 年将近翻一番。

本工程的建设将使长江经济带天然气供应能力增加 250×10^8m^3/a，对提升长江经济带清洁能源供应量，改善大气环境、优化能源结构、促进节能

减排，提高人民生活质量，实现社会经济可持续发展，都将产生积极而深远的影响。按每年输送 380×10^8m^3 天然气，与用煤相比，每年可减少二氧化碳排放量 8706 万吨、减少二氧化硫排放量 97 万吨、减少氮氧化物排放量 24 万吨、减少粉尘排放量 45 万吨，并可使我国天然气在一次能源消费结构中的比例提高 0.5 个百分点以上。

14.1.4　川气东送二线完善全国天然气管网格局、提高管网调运的可靠性和灵活性

川气东送二线是“四大通道”、“五纵五横”天然气管网格局中的重要组成部分，对完善全国天然气管网格局意义重大。

川气东送二线干线起自四川，途经重庆、湖北、安徽，止于浙江。此外，还配套建设宣城-合肥、温州-福州等联络线，实现与沿海区域的苏皖管道、西三线漳州-福州等干线管道连通。川气东送二线串接西南气区、中东部市场区域、沿海 LNG，在我国内陆腹地构筑起东西向能源大动脉，在沿海地区铺就出南北向沿海大通道，是十四五时期“五纵五横”天然气管网格局中的重要一横；也是“四大通道”中的沿海大通道不可或缺的重要组成部分。

川气东送二线大体并行川气东送一线敷设，站场合/邻建，联合运行，具备双向输送功能。此外，川气东送二线干线自西向东在铜梁与中贵线连通，在潜江与潜江-韶关管道连通，在仙桃与西三线连通，在武穴与西二线连通，在诸暨与西二线上海支干线连通，并通过联络线建设实现与西一线在利辛连通、在邳州与冀宁线连通、在合肥与苏皖管道连通、在福州与西三线连通。川气东送二线的建设，将极大提升国家干线管道网络化水平，促进互联互通格局和多通道供气局面进一步深化，使管网调运可靠性和灵活性得到进一步增强。

14.1.5　川气东送二线的建设有助于扩大内需

川气东送二线是重要的能源基础设施，其建设有助于扩大内需，促进国内大循环。

项目的实施将在我国长江经济带建设约 5000km 的干支线输气管道，下游还将新建和改造大量的用气项目，均投入大量资金。管输企业和用气企业在投入大量建设资金的同时，也将取得良好收益。此外，项目的实施还

将增加就业机会，拉动内需，带动我国机械、电力、冶金、建材等相关工业的发展。有助于推动国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的形成。

川气东送二线(川渝鄂段)起自四川威远，途经重庆，止于湖北潜江(含潜江站)，是川气东送二线的西线工程。在潜江实现与潜江-韶关管道、西三线潜江-仙桃联络线的连通。四川盆地天然气可利用潜江-韶关管道南下去湖南和珠三角地区，也可经川气东送二线东段东输去中南和长三角地区。

川气东送二线川渝鄂段的建设将资源供给与市场需求紧密连接，有利于将四川盆地雄厚的天然气资源优势转化为经济优势，推动中西部地区发展，促进西部大开发战略的实现，惠及川渝鄂沿线人民生活，服务沿线生产低碳转型。

综上所述，本工程的建设具有较大的社会效益。

14.2 经济效益分析

本工程为川气东送二线的重要组成部分，本工程总投资 61.23 亿元,具有较高的经济效益。同时，考虑到本工程的建设有利于沿线地区社会经济发展对能源的需求，保证当地天然气供应安全，构筑新的供气通道并且有利于实现天然气管道网络化，提高管网调配灵活性，因此应努力扩大市场范围、挖掘高端用户，获得税收优惠政策及降低建设投资、运营成本等，可以大大提高项目的经济效益。

另外，本项目的建成还具有一定的间接经济效益，例如使用天然气发电与燃煤电厂比可大大节约投资同，减少运营成本，主要为煤炭运费等，同时还可以缓解铁路和公路运输压力，改善环境提高居民生活质量等。

14.3 环境损益分析

14.3.1 环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工和站场建设需要临时和永久占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，并因此带来一定程度的环境损失。一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态问题，如水土流失、沙尘暴、生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损

失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，仅通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

由生态环境影响分析中可知，本工程施工活动预计总扰动面积 798.82hm^2，其中临时占地面积 779.46hm^2，永久占地面积 19.36hm^2。

根据生态环境影响分析章节，本工程施工扰动耕地 578.67hm^2。按照《国家统计局关于 2022 年粮食产量数据的公告》，2022 年我国谷物单产为 6379kg/hm^2。按一吨稻谷的收购价为 3000 元估算，假设在管道施工后需要 2 季～3 季恢复原生产能力，工程占用农田将造成直接经济损失约 1661×10^{4}元。

工程将扰动、占用林地 171.32hm^2，按照全国林木平均蓄积量 79.18m^3/hm^{2}计，临时占地将导致 1.3565×10^{4}m^{3}的林木损失。按 300 元/m^{3}计算，则临时占地部分的损失费约为 406.95×10^{4}元。

因此，本工程所造成的直接经济损失共计约 2067.95×10^{4}元。

14.3.2 环境效益分析

14.3.2.1 改善环境空气质量

天然气利用可以减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量。本项目在减轻大气环境影响方面效益显著，与燃油和燃煤相比具有更高的环境效益。

根据天然气、油和煤的热值，首先计算出天然气替代油、煤的量，然后根据各种燃料的硫含量，计算出 SO_2 的排放量，具体计算结果见表 14.3-1。

表14.3-1 燃烧各种燃料二氧化硫排放情况对比

燃料名称	替代量	二氧化硫（×10^{4}t/a）		氮氧化物(以 NO_2 计)（×10^{4}t/a）		二氧化碳（×10^{4}t/a）	
		排放量	削减量	排放量	削减量	排放量	削减量
天然气	200×10^{8}m^3/a	0.21	/	12.48	/	4330.03	/
油	2000×10^{4}t/a	20.00	19.79	23.09	10.61	6034.40	1704.37
煤炭	3724×10^{4}t/a	31.66	31.45	27.57	15.09	9682.40	5352.37

注：1、根据燃料油标准(GB/T387)，燃料油的硫含量≤0.5%；煤的硫含量按照全国统计数据，其硫含量平均值为 1.01%。根据国家发改委的数据，工业锅炉每燃烧 1t 标准煤产生二氧化硫 8.5kg，氮氧化物 7.4kg。

2、根据国家统计局全国主要能源折算标准表，原煤热值按 5000 大卡/公斤计算，天然气热值按 9310 大卡/立方米计算，燃料油热值按柴油热值 9310 大卡/公斤计算。

3、计算二氧化碳排放量时，天然气碳氧化率按 99%；油按原油，碳氧化率 98%；煤炭按标准煤计算。

1） 由上表可知，本工程投运后，用天然气替代燃油和煤炭可减少 SO_2

排放量 19.79×10^4t/a 和 31.45×10^4t/a，减少 NO_2 排放量 10.61×10^4t/a 和 15.09×10^4t/a，减少 CO_2 排放量 1704.37×10^4t/a 和 5352.37×10^4t/a。可见，工程建成对于加速利用天然气资源，减少污染物及碳排放，具有巨大的环境效益。

2） 天然气的利用可以节省污染物处理费用。以 SO_2 处理为例，据统计，处理 SO_2 所需费用为 1.0 元/kg，当用气量达到 200×10^8㎥/a 时，每年可节约 SO_2 治理费约为 19990 万元～31760 万元。

3） 天然气的利用可以降低由环境空气污染引起的疾病，进而减少治疗疾病所花的医疗费及误工费。

4） 通过采取相应的生态恢复和污染治理措施，能够减轻管道建设对沿线区域环境的扰动，同时新增水土流失得到有效控制，周边环境质量不仅不会降低，还会有所改善。

本项目的建设不仅减少了环境空气污染物的排放量，改善了环境空气质量，也节省了二氧化硫处理费。由此可见，天然气这种清洁能源的环境效益是十分明显的。

14.3.2.2 减少运输带来的环境污染

管道输送是一种安全、稳定、高效、清洁的运送方式。由于天然气采用管道密闭输送，运输中不会对环境造成污染。而利用煤炭或者石油，需要车船运输，运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘。因此，利用天然气避免了运输对环境的污染问题，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

14.4 小结

经上述分析可知，本工程的实施将造成直接经济损失约 2067.95×10^4 元。

本工程实施后，可以输送天然气 200×10^8㎥/a。天然气总计可替代燃油 2000×10^4t/a，燃煤 3724×10^4t/a。因此，燃烧天然气与燃烧油和煤相比，污染物 SO_2 排放量分别减少 19.79×10^4t/a 和 31.45×10^4t/a，减少 NO_2 排放量 10.61×10^4t/a 和 15.09×10^4t/a，减少 CO_2 排放量 1704.37×10^4t/a 和 5352.37×10^4t/a，可极大地改善地区的环境空气质量，减少慢性气管炎、肺心病等疾病的发病率，以及减少由此发生的医疗费支出，此外，用管道

输送天然气还可减少运输带来的环境污染。

由此可见，本工程实施后所带来的经济效益、社会效益和环境效益，比本工程施工中所造成的直接环境、经济损失要大得多。因此，本工程实施后所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的。

15 环境管理与环境监测计划

本管道工程对环境的影响主要来自施工期的各种作业活动和运行期的风险事故。无论是施工期的各种作业活动还是运行期的事故，都将会给生态环境带来较大的影响或灾难。为最大限度地减轻施工作业对生态环境的影响，减少事故的发生，确保管道安全运行，建立科学有效的环境管理体制，落实各项环保和安全措施显得尤为重要。

15.1 环境保护机构

本工程施工期由建设项目管理分公司负责建设，运行期由国家管网集团西南管道有限责任公司负责管理。

建设项目管理分公司和西南管道有限责任公司均设有环境管理机构和HSE管理体系，公司设有HSE管理委员会。2家公司的项目部或子公司负责川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)施工期管道和运行期环境保护措施的制定、落实及环境工程的施工监督、检查与验收，负责运行期的环境监测、事故防范和环境保护管理。

分公司HSE管理委员会由公司经理、主管HSE副经理、HSE专职人员和各主要部门负责人组成。公司经理主要负责制定环境方针和环境目标，为环境管理方案的执行提供必要的支持和物质保障等；主管HSE工作的副经理，在环境管理中代表项目经理行使职权，监督体系的建立和实施等；公司HSE人员，负责监督HSE相关标准的贯彻实施，确保所有有关HSE方面的要求能正确、完全地执行等。

HSE管理办公室的主要职责是：

1） 贯彻执行国家和地方环境保护方面的方针、政策及法律、法规；

2） 组织制定本企业的环境保护规章制度和标准，并督促检查执行；

3） 负责体系建立和实施过程中的监督、协调、人员培训和文件管理等工作；

4） 明确各部门在环境管理工作中应负的职责；

5） 制定污染控制及改善环境质量的计划；

6） 负责有关环保文件、技术资料的收集建档；

7） 负责各种应急预案和环境管理及监测计划的制定和校审工作,并

负责事故的应急处理和善后事宜。

15.2　环境管理

环境管理的内容包括：项目在建设期和运营期必须遵守国家、地方有关环境保护的法律、法规和标准，制定和调整项目环境保护目标，接受地方环境保护主管部门的监督，协调与有关部门的关系，以及一切与改善环境及保护环境有关的管理活动。其总的指导原则为：

1）　项目的建设应得到充分的环保论证，使项目实施后对当地环境质量的影响最小，尽可能地避免或减少工程建设和运行中对环境带来的不利影响。当这种影响不可避免时，应采取相应的技术经济上可行的工程措施加以减缓，这些措施应与主体工程同时施工。

2）　项目不利环境影响的防治工作应由一系列的具体措施和环境管理计划组成，这些措施和计划用来消除或减少工程施工和运行期间的有害于环境的影响，使其对环境造成的影响程度达到可以被接受的水平。

3）　环境保护措施应包括施工期和运行期的保护措施，并对常规情况和突发情况分别提出不同的环境保护措施和挽回不利影响的方法。

4）　环境管理计划应制定出机构上的安排，各岗位的职责，以及执行各种防治措施的程序、实施进度、监测内容和报告程序等内容。

15.2.1　施工期环境管理

本管道工程的施工期是对生态环境影响最大的时期，为确保各项环保措施的落实，最大限度地减轻施工作业对环境的影响，建立施工期 HSE 环境管理体系、引入环境监理、监督机制尤为重要。

15.2.1.1　建立施工期环境管理体系

本工程沿线社会依托较好，鉴于工程的重要性及其特殊性，必须设立专业的管理人员、管道抢修队伍进行管道和站场设备的生产管理和维护、抢修，以确保管道安全运行。

15.2.1.2　施工期环境管理的主要职责

1）　HSE 机构在施工期环境管理上的主要职责

（1）　贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；

（2）　负责制定本工程施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；

(3) 负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；

(4) 监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

(5) 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；

(6) 负责协调与沿线各地、市环保、水利、土地等部门的关系；

(7) 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；

(8) 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

2) 强化施工前的 HSE 培训

在施工作业前必须对全体施工人员进行 HSE 培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。培训内容包括：

(1) 国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；

(2) 施工段的主要环境保护目标和要求；

(3) 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；

(4) 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；

(5) 收集、处理固体废物的方法；

(6) 管理、存放及处理危险物品的方法；

(7) 对施工作业中发现的文物古迹的处理方法等。

3) 加强施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

(1) 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。施工期对环境的破坏程度与施工承包方的素质和管理水平有直接的关系，因此在工程招标过程中，对施工承包方的选择，除要考虑实力、人员素质和技术装备外，还要考虑其 HSE 的业绩，优先选择那些 HSE 管理水平高、环保业绩好的队伍。

(2) 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保护条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

(3) 施工承包方应按要求，建立相应的HSE管理机构，明确管理人员及其相应的职责等。在施工作业前，应编制详细的环境管理方案，连同施工计划一起呈报公司HSE部门及其它相关环保部门，批准后方可开工。

环境管理方案应包括以下措施：

——减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施；

——降低施工机械及车辆噪声、施工噪声，以及在噪声敏感区设置隔声设施等防治噪声污染的措施；

——减少施工废水、生活污水排放，并加以妥善处理，防止污染地表水环境的措施，在地表水源保护区施工时必须采取有针对性地保护措施；

——施工废渣、生活垃圾等处理处置措施；

——限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施；

——敏感目标段作业时的风险防范措施和应急预案；

(4) 施工单位要严格执行施工前的HSE培训考核制度，施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后，成绩合格者方能进行施工，施工时要做到文明施工，环保施工。

(5) 施工单位要严格执行施工期的各项环保规定，落实各项环保措施，按要求选择适宜的施工时间、尽量缩少施工范围、废渣和垃圾集中堆放、泥浆和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

(6) 为加强管理施工单位作业范围，明确施工人员作业区域，应在施工作业带两侧树立明显标志，严禁跨区域施工。

(7) 建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境，以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查，并做好记录。

(8) 对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

(9) 施工单位应根据当地环境合理选择布设施工营地，制定施工营地管理条例，条例中应包括对人员活动范围、生活垃圾及其它废物的管理。

对施工承包的HSE管理程序见图15.2-1。

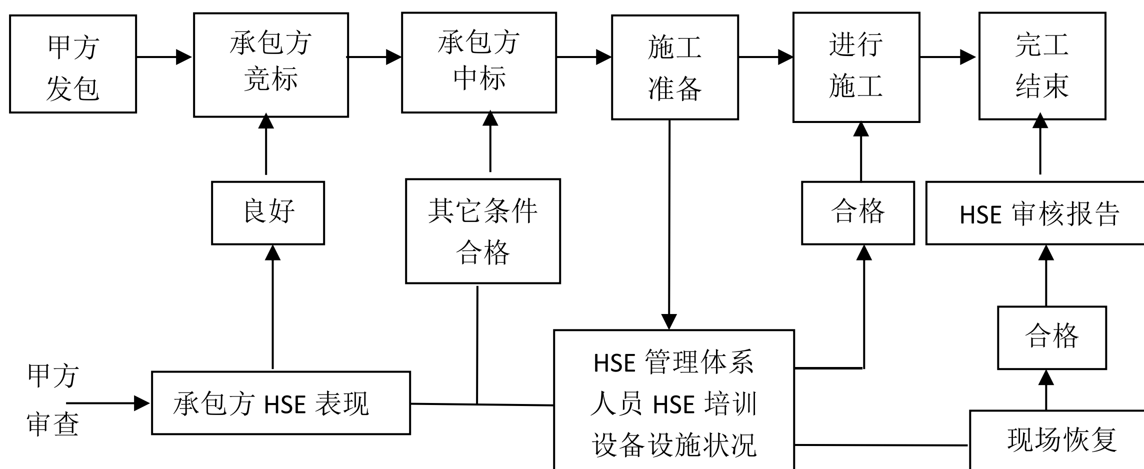


图 15.2-1　对承包方 HSE 管理程序

4)　做好环境恢复的管理工作

工程建设不可避免地会对环境造成破坏，因此必须做好工程完成后的环境恢复工作。目前的生态恢复措施随机性很大，完全取决于参与者的专业技术水平和偏好，因此，除要求施工单位按规定实施生态恢复外，还应聘请专业的生态专家来指导生态恢复工作，或配置专门的技术监理人员监督检查生态恢复质量。

15.2.2　运行期环境管理

15.2.2.1　运行期环境管理机构的设置

在项目运营期，纳入西南管道有限责任公司及相应管理该工程子公司 HSE 管理体系。企业管理部门均设置环境管理机构，配备有环境管理人员，负责具体的环境监督管理。

环境管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本企业的环保工作，其主要职责如下：

1)　贯彻执行国家环境保护的方针、政策、法律和法规；

2)　组织制订企业的环境保护规章制度和标准并督促检查执行根据企业特点，制定污染控制及改善环境质量计划；

3)　负责组织环境监测、事故防范以及外部协调工作，负责组织突发事故的应急处理和善后事宜；

4)　组织开展环境保护的科研、宣传教育和技术培训工作；

5） 监督“三同时”规定的执行情况，确保环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时运行，有效控制污染；

6） 检查本单位环境保护设施的运行。

15.2.2.2 运行期环境管理计划

运行期的环境管理包括日常环境管理及事故情况下的环境管理两方面的内容。

1） 日常环境管理

(1) 建立环保指标考核管理制度，并严格落实各项管理制度，定期对相关部门进行考核，以推动环保工作的开展；

(2) 定期进行环保工作检查，及时发现问题、处理问题，确保环保设施的正常运转，保证达标排放；

(3) 对专、兼职环境管理人员进行环保业务知识的培训，并在全公司范围内进行环保知识的宣传和教育，树立全员的环保意识；

(4) 定期组织召开环保工作例会，针对生产中存在的环环保问题进行讨论，制定处理措施和改进方案，并报上级主管部门；

(5) 制定日常环境监测计划、事故时环境监测计划，以及对重大环境因素的监测计划和方案，以便及时掌握环境状况的第一手资料，促进环境管理的深入和污染治理的落实，消除发生污染事故的隐患；

(6) 建立环境管理台账，制定重大环境因素的整改方案和计划检，并查其落实情况；建立环保设备台帐，制定主要环保设备的操作规程及安排专门操作人员，建立重点处理设备的“环保运行记录”等；

(7) 协助有关环保部门进行环境保护设施的竣工验收工作；

(8) 主管环保人员应参加生产调度和管理工作会议，针对生产运行中存在的环境污染问题，向公司领导和生产部门提出建议和技术处理措施；

(9) 制定各种可能发生的环境事故的应急计划，定期进行演练。

2） 事故环境管理

在管道运行期，环境管理除抓好日常站场各项环保设施的运行和维护等工作外，工作重点应针对管线破裂、站场着火等重大事故的预防和处理上。重大环境污染事故不同于一般的环境污染，它没有固定的排放方式和途径，具有发生突然、危害严重、污染影响长远且难于完全消除等特点。

为此，必须制定相应的事故预防措施、应急措施以及恢复补偿措施等。

（1） 对事故隐患进行监护

对污染事故隐患进行监护，掌握事故隐患的发展状态，积极采取有效措施，防止事故发生。根据国内外管线事故统计与分析，管道运行风险主要来自第三方破坏、管道腐蚀及误操作。对以上已确认的重大事故隐患，应本着治理与监护运行的原则进行处理。在目前技术、财力等方面能够解决的，要通过技术改造或治理，尽快消除事故隐患，防止事故发生；对目前消除事故隐患有困难的，应从管理和技术两方面对其采取严格的现场监护措施，在管理上要加强制度的落实，严格执行操作规程，加强巡回检查和制定事故预案。

（2） 强化专业人员培训和建立安全信息数据库

有计划、分期分批对环保人员进行培训，聘请专家讲课，收看国内外事故录像和资料，吸收这些事件中预防措施和救援方案的制定经验，学习借鉴此类事故发生后的救助方案。平时要经常进行人员训练和实践演习，锻炼指挥队伍，以提高他们对事故的防范和处理能力。建立安全信息数据库或信息软件，使安全工程技术人员及时查询所需的安全信息数据，用于日常管理和事故处置工作。

（3） 事故应急管理

除应在方案选择、工程设计、生产运营中采取工程技术和管理防范措施外，还制定各类环保事故，以及其他事故引发的二次污染事故的应急预案、编制应急响应计划、建立应急机构，并定期组织员工对事故预案进行演练，以提高员工应急处理事故的能力，努力将环境风险降到最小。

——应急机构和职责

企业应建立以总经理或副总经理为总指挥的应急中心。应急中心主要职责：组织制定本企业预防灾害事故的管理制度的技术措施，制定灾害事故应急救援预案；组织本企业开展灾害事故预防和应急救援的培训和演练；组织本企业的灾害事故自救和协调社会救援工作。应急中心应设值班人员，负责联络通知应急指挥人员及应急反应人员。

应急中心应下设若干应急反应专业部门，负责完成各自专业救援工作；安全管理部门负责组织制定预防灾害事故的管理制度和技术措施，编制应

急救援计划方案，组织灾害事故预防和应急救援教育和演练，组织实施企业灾害事故的自救与社会应急救援，组织对灾害的现场监测和环境监测，测定事故的危害区域，预测事故危害程度，指导控制污染措施的实施事故现场善后污染清除等；工业卫生、医疗部门负责组织事故现场防毒和医疗救护，测定事故毒物对工作人员危害程度，指导现场人员救护和防护等；专业消防队负责组织控制危害源、营救受害人员和洗消工作等；信息部门负责组织应急通讯队伍，保证救援通讯的畅通等；物资部门负责保障供应救援设施、器具，物资运输，撤离和运送受伤人员等；保卫部门负责组织快速应急救援队伍，协助公安和消防部门营救受害人员和治安保卫及撤离任务；维修部门负责善后机电仪器设备及建筑物的抢修任务。

——应急计划的实施

当发生火灾事故时，事故发生单位应迅速准确地向企业应急中心报警，同时组织专兼职人员开展自救，采取措施控制危害源，以确保初期灾害的扑救，不延误时间、不扩大事故、不失掉救援良机；企业应急中心接报后，迅速启动应急反应计划，通知联络有关应急反应人员，启动应急指挥系统，对事故进行分析、判断和决策，确定应急对策和事故预案，联络各应急反应专业部门和队伍赴现场各司其职，实施救援计划。如需实施社会救援，应及时向社会救援中心报告，由社会救援中心派专业队伍参战。

——应急状态的终止和善后处理

由应急中心根据现场指挥部和事故应急专家委员会意见决定，并发布应急状的终止。事故现场及受其影响区域应采取有效的善后措施，包括清理现场、清除污染、恢复生产等现场工作；对事故中受伤人员的医治；事故损失的计算，事故原因分析和防止事故再发生的防范措施等；总结经验。

15.3 环境监理

生态环境部在环境影响较大的长输管道报告书的批复中明确要求开展项目工程环境监理工作。本工程作为重要的长输管道，也应开展施工期环境监理工作。

工程建设单位和当地环保部门负责不定期的对施工单位和施工场地、施工行为进行检查，考核监理计划的执行情况及环保措施、水保措施与各项环保要求的落实，并对施工期环境监理进行业务指导。

环境监理人员应代表业主进行日常工程环境监理审核，编制各类监控报告，并将突发性环境问题及时报告业主的环保主管部门以及国家和地方环保主管部门。

1） 环境监理人员应具备的条件

(1) 环境监理人员必须具备大学本科及以上学历和必要的环境保护专业知识；

(2) 熟悉国家环境保护方面的法律、法规、政策和标准，了解当地环保部门的要求和环境标准；

(3) 接受过 HSE 的专门培训，有较长的从事环保工作的经历；

(4) 具有一定的场站及油气管道建设的现场施工经验。

2） 环境监理人员的责任

(1) 监督施工现场“环境管理方案”的落实情况；

(2) 对施工期环境监测计划的执行进行监督；

(3) 及时向 HSE 主管部门汇报施工环境现状，并根据发现的问题提出合理化建议及改进方案；

(4) 制止一切违反环境保护法律、法规，且对环境造成污染的行为；

(5) 解决一些现场突发的环境问题。

3） 环境监理工作程序

环境监理是业主和承包商之外的独立的第三方，它严格按照合同条款和相关法律、法规，公正、独立地开展工作。环境监理工程师是工程监理的重要组成部分，它既与工程监理有联系，又具有特殊性和相对独立性。环境监理的书面指令通过工程监理下达，以保证命令依据的唯一性。

4） 环境监理工作开展的方式

(1) 监理人员要定期对施工现场进行巡检，重点环境敏感地区，如沿线穿越的沱江第三水厂对口滩水源保护区、近距离水源保护区、生态保护红线、森休公园(具体见 1.9 节)等地区，每周至少检查 1 次～2 次。对存在重大环境问题的施工区域要进行跟踪检查，并详细客观(以文字及现场照相或摄像的形式)地记录检查情况；

(2) 对检查中发现的问题，以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改；

(3) 在环境敏感区域内若发生环境污染事故，应要求承包商进行监测，并提供监测数据，必要时，建议聘请专业人员进行监测，依据监测结果，对存在的环境问题及时要求承包商治理；

(4) 要求承包商限期解决的重大环境问题，承包商拒绝或限期满仍未解决时，在与业主协商后，向承包商发出“环境行动通知”，由业主聘请合格人员实施环境行动；

(5) 督促承包商编报环境工作月报，并审阅承包商环境月报，对承包商的环境管理工作进行评价，并提出改进意见；

(6) 听取工程附近居民及有关人员的意见，及时了解公众对环境问题的看法，提出解决的建议，并向有关方面做出汇报。

4) 环境监理的主要内容及工作重点

(1) 环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照业主的委托，按照施工期工程环境监理方案和工作重点开展工作，确保管道施工、站场施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施的执行情况，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

(2) 工作重点

拟建工程环境监理的重点应放在生态保护红线、水源保护区、森林公园等 1.9 节中所列的各类环境保护目标附近施工时的监理，施工线路不得进入管道附近的环境敏感区，确保施工期一切活动都符合不发生重大变更要求，并监督敏感区的环保措施的落实情况。施工期环境监理方案及重点监控内容见表 15.3-1。

表 15.3-1　施工期环境监理方案和重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目 的
沱江第三水厂对口滩饮用水水源保护区、分散式水井	管线穿越水源地保护区时，为保护水体不受污染，除执行上面监理内容的同时，还应特别注意： 1 施工场地附近是否建有施工营地； 2 施工场地是否建有旱厕； 3 建筑材料堆放是否整齐，机械设备是否有漏油现象； 4 施工场地是否有污水排放； 5 施工产生的工业垃圾是否分类堆放；	防止水体污染
管道两侧200m范围内的居民点	1 每天21点至次日凌晨5点是否按要求禁止高噪声设备作业,是否存在噪声扰民的现象，是否有居民投诉； 2 施工路段、灰土拌和场地、运输便道等是否定时洒水； 3 粉状材料堆放时是否设蓬盖； 4 施工现场是否设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围； 5 汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是是否加盖蓬布、是否控制车速，防止物料洒落和产生扬尘； 6 卸车时是否尽量减少落差，减少扬尘； 7 大风时，是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施； 8 运输路线是否尽可能地避开村庄，施工便道是否进行夯实硬化处理，以减少扬尘的起尘量； 9 各类推土施工是否做到随土随压、随夯，减少水土流失； 10 以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象； 11 施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象； 12 产生的垃圾是否集中收集，是否运至地方环保部门指定地点安全处置； 13 调查拆迁居民意见以及拆迁政策落实、执行情况。	防止噪声影响居民，防止施工扬尘对居民产生影响，减少居民损失，保护居民正当权益。
沿线基本农田	1 临时用地植被恢复和耕地复垦等措施的执行情况； 2 管道开挖作业时，对挖出的土壤是否按“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则进行； 3 回填后多余的土是否平铺在田间或作为田埂、渠埂，是否有随意丢弃的现象； 4 临时弃土堆放场选址是否合理，是否采取了有效的水土保持措施； 5 施工带宽度选择是否合理，是否有超越施工带施工作业的现象； 6 施工期是否避开农作物的生长季节。	减少对土壤扰动、理化性质、农业生产的影响，恢复植被，防止水土流失。
施工便道施工段	1 施工产生的弃土石方是否合理处置； 2 是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施。 3 施工后是否及时采取恢复措施。	防止水土流失，保护周边野生动、植物

15.4 环境监测

15.4.1 施工期环境监测

施工期环境监测主要是对作业场所的控制监测，主要监测对象有土壤、植被、施工作业废气、废水和噪声等。对作业场所的控制监测可视当地具体情况、当地环保部门要求等情况而定，诸如：在人群密集区施工可进行适当噪声监测，在重要河流穿越施工时进行水质监测等；对事故监测可根据事故性质、事故影响的大小等，视具体情况监测气、土壤、水等；生态环境监测主要监测内容为项目建设所涉及的生态环境要素、生态环境问题、生态环保措施的落实情况。具体施工期环境监控计划见表 15.4-1。

表 15.4-1　施工期环境监测、监控计划

监测项目	监测指标	监测位置	工作方式	监测频率	监测单位
威远河、乌龙河、沱江	石油类、SS、COD_{cr}、氨氮	河流穿越段上游200m和下游1000m处各设1个监测点，重点是水源保护区	现场监测	施工期间进行2次	建设单位委托的环境监理或监测单位
隧道涌水	固体悬浮物、氨氮、总氮、总磷、pH值	涌水沉淀池	现场监测	施工期间每季度进行1次	建设单位委托的环境监理或监测单位
固体废物	生活垃圾、废弃泥浆、弃土、弃渣	施工作业场地，以定向钻、隧道施工场地为重点	随机检查	施工期间进行2次	建设单位委托的环境监理或监测单位
施工噪声	Leq(A)	管道沿线200m范围内村庄，以工程所穿经的村庄为重点	随机选择项目评价范围内的村庄 3-5处，现场监测	施工期间进行2次	建设单位委托的环境监理或监测单位
大气	施工扬尘	管道沿线评价范围内的村镇敏感点为重点	现场随机检查	施工期间进行2次	建设单位委托的环境监理或监测单位
占用的耕地	熟土层保护、施工结束后覆土还耕	管道施工占用的耕地	现场检查	施工期间及施工结束	建设单位委托的环境监理或监测单位
事故性监测	根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况监测气、水等	事故发生地点	现场监测	事故时	建设单位委托的环境监理或监测单位

15.4.2 运行期环境监测

1） 环境监测工作组织

针对本工程环境污染的特点，运行期可不必自设环境监测机构，需要进行的环境监测任务可委托当地环境监测站进行。环境监测应按国家和地方的环保要求进行，采用国家规定的标准监测方法，并按照规定，定期向公司 HSE 部和有关环境保护主管部门上报监测结果。

2） 监测计划

根据工程运行期的环境污染特点和《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)，运行期环境监测主要包括对站场排污的定期监测及事故监测，具体见表 15.4-2。

表 15.4-2 运行期环境监测计划

序号	监测对象	监测点位	监测因子	监测频率	控制目标
1	生活污水	生活污水处理设施出口	石油类、BOD、溶解性总固体、氨氮、溶解氧等	1 次/年	达标
2	噪声	各站场站界	等效连续 A 声级	1 次/年	达标
		威远首站东侧居民区	昼间等效 A 声级(L_d)、夜间等效 A 声级(L_n)	1 次/年	达标
3	大气	各站场站四周	无组织挥发非甲烷总烃	1 次/年	达标
4	耕地	管道穿越的农田区域	耕地	调查	覆土还耕
5	植被	项目实施区	植被类型，植被高度、盖度	1 次/年	植被恢复，没有土水流失
6	事故监测	事故地段	甲烷、一氧化碳、二氧化氮等	立即进行	及时提供数据

生态调查主要是对管道沿线的植被恢复情况进行调查和统计，以便能及时采取一些补救措施。

事故监测要根据发生事故的类型、事故的影响大小及周围的环境情况等，视具体情况进行大气监测，同时对事故发生的原因、天然气泄漏量、污染的程度以及采取的处理措施、处理效果等进行统计、建档，并及时上报有关环保主管部门。

16 评价结论及建议

16.1 评价结论

16.1.1 工程概况

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(一阶段)总长 282.77km。工程起点为四川威远首站和泸县首站，止于重庆铜梁区与合川区界。沿途经过四川、重庆 2 个省(市)9 个县(市、区)，全线共设 4 座站场、11 个阀室，设计输量 $200\times10^{8}m^{3}/a$。

16.1.3 路由评价

本工程选线过程中，充分考虑了沿线城市发展规划和自然保护区、水源保护区、风景名胜区、湿地公园、森林公园等敏感区对本工程的制约条件，同时坚持以线路走向与地方规划建设相协调为重点，以管道和沿线地方安全为根本，并从处理好环境保护与管道建设的关系为出发点，统筹规划工程的线路路由走向。

初步设计工作开展过程中，工程沿线局部区段依托条件和社会环境现状发生变化，有些地方政府部门也提出了新的要求，故对管道线路方案进行调整以满足地方城市发展方向和政府部门的要求。在总体维持原有线路方案的基础上，设计单位在局部线路调整方案确定过程中充分考虑了工程对环境的影响因素，尽可能选择避绕环境敏感区方案，对于无法避让的敏感目标，则从环境敏感目标自身的敏感性角度分析、通过隧道施工方式，并采取相关保护措施，以保证工程对环境敏感目标的影响降至最低。另外，各调整站场的选址均是在与当地的规划部门进行了多次现场踏勘调整和反复协商的基础上确定的。经过设计单位的调研及选线，最终工程全线穿越 1 处水环境敏感区。

管线路由和站场设置兼顾了各地城市总体发展规划和土地利用规划的需要，管线路由和占地总体上符合沿线城市发展规划和土地利用规划，符合各省“三线一单”管控要求。管道路由大部分已得到沿线各地方规划部门的批复，管道选址选线基本合理。

16.1.4 工程分析

本管道工程建设对环境的影响分为施工期和运行期两种情况。施工期

对环境的影响主要表现为各种施工活动对环境的影响，运行期的影响主要是各站场正常运行及事故状态下对环境的影响。

从管道施工过程可以看出，施工期对环境的影响主要来自施工带清理、管沟开挖、隧道钻爆施工、施工便道建设等施工活动中施工机械、车辆、人员践踏等对土壤的扰动和植被的破坏；工程占地对土地利用类型以及对农林牧业生产的影响；河流、沟渠等穿越对地表水体质量和水体使用功能的影响；施工扰动土壤可能引起的水土流失影响等。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水等也将对环境产生一定的影响。

运行期环境影响可以从正常运行和事故状态两种工况进行分析。正常运行期间，本管道工程全线采用密闭输送工艺，因此，对环境的影响主要来自沿线各工艺站场的排污。

16.1.5　生态环境影响评价结论

1)　生态现状和保护目标

新建管线工程自西向东经过沱江中下游城镇、农业及水污染控制生态功能区和渝西方山丘陵农业生态功能区 2 个生态功能区。评价范围有隆昌尖山子森林公园、重庆市潼南区五桂山楠木市级森林公园、重庆市潼南区生态保护红线、国家二级保护植物楠木、四川省和重庆市重点保护动物，无珍稀濒危保护动物。

工程评价范围内的农业栽培植被主要水稻、玉米、番薯和大豆等；管道沿线所经林地以天然次生林和人工林为主，主要树种包括马尾松林、柳杉林和杨树、榆树和栾树；野生灌草主要有牡荆、葛、火棘、杂类草草甸等。

2)　环境影响预测及拟采取的保护措施

1)　生态环境影响分析

工程永久占地主要为站场、线路截断阀室、标志桩、加密桩、警示牌、渣场等；临时占地主要为管道施工作业带、堆管场地、施工便道等。

工程建设后，生物量减少总量占扰动范围内总生物量的 2.4%，对自然体系生产能力影响较小，自然体系基本可以恢复稳定状态。

管沟开挖、建设施工便道等过程将会在一定程度上破坏野生动物栖息

的生境，影响它们的正常取食活动，但由于野生动物迁移能力较强，它们在受到干扰后，能迁移到周边相对较好的生境。

定向钻施工方式基本不会对水生生物造成影响；直接开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，影响水生生物的生存环境；水质遭到污染、饵料生物量的减少等生境条件遭到破坏，将会对鱼类的种群结构和数量产生一定影响。

工程施工对土壤质量的影响主要为扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构，混合土壤层次、改变土壤质地，影响土壤养分，影响土壤紧实度以及各种废弃物的污染影响。

工程山河流隧道穿越无弃渣场，对周围环境的主要影响是施工场地临时占用土地，施工结束后进行植被恢复。

2） 生态保护与恢复措施

加大生态环境保护宣传力度，加强施工期环境管理，强化施工人员环保意识，规范施工，做好施工组织安排工作，严格遵守操作规程。针对各生态分区具体情况，采取针对性措施。

严禁捕猎各类野生动物及捡拾鸟蛋，发现野生动物繁殖地，应尽量避开，不得干扰和破坏野生动物的栖息、活动场所。禁止施工人员对野生动物进行恐吓、惊扰和猎杀，应避开鸟类孵化期。避免施工噪声和夜间照明对野生动物栖息的影响。

管道沿线以农业植被为主，植被恢复措施中以农田复垦措施为主，在穿越林地、园地等区段选择合适树种、灌草种类进行植被恢复。

施工结束后，对施工便道进行平整，采用灌草结合的方式进行植被恢复。

穿越水域段对于大开挖方式应选择在枯水期进行，且应避开雨季；隧道、定向钻穿越要设置防渗泥浆池；规范施工人员的活动范围，划定适宜的堆料场所，严禁施工材料乱堆乱放，减少植被的破坏范围；涉水施工避开鱼类繁殖期；不得向穿越河流、附近水塘丢弃生活垃圾和施工废物。

对沿线附近的生态敏感目标，施工单位工作人员禁止捕猎任何野生动物，减少夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰。限定并尽量缩小施工作业范围，车辆按固定线路行驶。限定施工人员活动范围，严格

控制施工作业区域以外的其它活动；及时清理、回收生活垃圾和施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)并妥善处理。以隧道、定向钻施工方式穿越敏感目标中的河流时，产生的废弃泥浆和废钻屑等严禁随意弃置或堆放在河漫滩中：最终的废弃泥浆固化后和少量钻屑外运至政府主管部门指定的地点进行填埋。

本工程建设要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给与一定的补偿。

综上所述，本工程建设将不可避免地改变评价范围土地利用类型，对工程沿线自然植被、野生动植物、土壤环境、水生生态产生一定的不利影响，但工程建设产生的不利影响在采取路由优化、“三废”治理、生态保护、生态恢复、生态补偿等一系列措施后可以得到有效缓解。从生态保护角度分析，项目建设具备可行性。

16.1.6　环境空气影响评价结论

1）　环境空气质量现状调查

工程线路经过四川、重庆二省市的内江市、泸州市、资阳市、重庆市等区域，例行监测数据显示沿线环境空气质量所在区域为不达标区。

本次评价对拟建管道沿线站场所在区域环境空气进行了监测，其中的非甲烷总烃浓度整体较低，最大浓度不超过 0.7mg/m^3。

2）　环境空气影响评价和环保措施

本工程施工期主要是施工扬尘、施工机械尾气排放以及动力机械的柴油机烟气等对环境空气的影响。运行期主要是站场无组织排放非甲烷总烃，清管作业、分离器检修、超压放空等非正产工况排放的废气，对周边环境空气影响较小。

本工程施工期尽量缩短施工工期，减少作业面积，采取施工现场加设围挡等封闭式作业环境；施工现场及道路适时洒水抑尘；避免不利气候条件施工；强化施工管理，建筑施工材料堆放应定点定位，采取采取洒水抑尘、加盖篷布等防尘、抑尘措施，散料堆场应采用水喷淋法防尘；施工场地控制车辆行驶速度，采取密闭或者遮盖措施；隧道穿越施工时采取湿式抑尘、降尘措施；运行期加强站场环境管理，站内清管作业、分离器检修及超压放空采用立管排向高处以利于废气扩散。

16.1.7 地表水环境影响评价结论

1) 质量现状和保护目标

本工程经过四川省、重庆市等 2 个省市，线路经过区域的地表水体主要属于长江水系。执行Ⅲ类水质标准的河流水体中，四川段威远河氨氮，乌龙河化学需氧量超标，其余监测的各河流均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅲ类水质要求。

本工程共穿越 1 处地表水水源保护区准保护区，通过钻爆隧道施工方式穿越水体，对水源保护区影响降到较小。

2) 环境影响分析和保护措施

(1) 对水源保护区的影响

对水源保护区可能产生影响主要是施工期的人员和车辆产生污染排放可能进入水体，从而导致影响水源保护区。

水源保护区的环境保护措施主要为：严格施工期人员管理，禁止在施工作业带范围以外从事施工活动；禁止在水源保护区水域范围内施工；妥善收集处理施工弃渣、弃土和污废水，禁止向水体内排放一切污染物。

(2) 施工期

本工程施工期影响主要为定向钻施工产生的废弃泥浆、河流开挖泥沙以及设备清洗废水、清管试压废水、施工人员生活污水等排放对地表水环境产生的不利影响。本工程采用开挖方式穿越对洪河、丹河等的水质和河床有一定影响。隧道涌水对地表水体存在一定的影响。

施工期地表水环境保护措施主要为：合理安排施工工期，在枯水期开挖穿越中小型季节性河流或沟渠；加强施工期管理，落实水污染防治措施，严禁向水体排污；严格执行禁止非法侵占河湖水域，禁止倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物；禁止在河流堤内建立施工营地；禁止在河内清洗施工机械；定向钻泥浆池容积要考虑 30%的余量，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗处理。管道试压水采用沉淀处理后 80%回用于农灌、道路洒水或选择合适的地点排放，禁止排放至具有饮用水功能的地表水体；隧道涌水排入临时施工场地内的沉淀池，加入 pH 调节剂调整到 6-9 后，将污水用罐车转运至污水处理厂处置，禁止在水源保护区内排放；施工期生活污水依托当地生活污水处理系统；大开挖施工期妥善收集处理各种污废水，

施工结束后及时恢复河床地貌，工程建设对地表水的环境影响较小。

(3)　运行期

运行期环境影响主要为各站场的生活污水排放，本工程站场新建一体化污水处理装置对生活污水进行处理。生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)标准后，全部用于绿化，不外排，多余污水送至附近污水处理厂。

16.1.8　地下水环境影响评价结论

1)　地下水环境质量现状和保护目标

管道沿线地下水类型主要分为松散岩(土)类孔隙水、基岩裂隙水、碎屑岩裂隙水。

监测结果表明：参与评价的 21 项水质因子中，有 8 项监测因子(PH、氨氮、硝酸盐、总硬度、氟、Fe、溶解性总固体、硫酸盐)存在不同程度的超标。其中硝酸盐、总硬度和硫酸盐超标率最高。

超标原因：(1)地下水中硝酸盐因子超标主要原因可能是水质超标点位附近的居民对农田耕地长期使用化肥强度过高，作物无法完全吸收，大量的氮磷化合物进入土壤，导致地下水超标；(2)总硬度超标原因可能主要是由于部分地区地下水水位埋深较浅，在强烈日照下导致潜水蒸发作用强烈，使得钙镁离子在地下水中不断累计，最终造成地下水总硬度超标；(3)硫酸盐和总大肠菌群超标主要可能是因为附近人类活动强烈，而地下水埋深不大，居民生产生活污水与养殖家畜产生的粪便随意排放，造成地下水硫酸盐、总大肠菌群及其它个别因子超标。(4)铁超标与地下水环境有关。(5)氟化物超标来自含水围岩，在基岩地区，氟化物和含氟矿物在表生带的风化作用下发生溶解和水解作用，使得地下水中氟含量增加超标。(5)受地层环境影响，当富含钙、镁等化合物的矿物岩石，长期在地下水的氧化还原反应和水化学作用下，地下水中溶解物较多，造成溶解性总固体超标。

地下水环境保护目标：主要为管道下游近距离分散水井 53 处。

2)　环境影响分析及拟采取的环保措施

地下水环境影响：在平原地区施工时，当管沟开挖深度小于地下水水位，施工活动对地下水环境影响很小。当管沟开挖深度大于地下水埋深，施工活动会对附近地下水径流产生一定影响，将会改变地下水径流方向和

排泄条件，但不会阻断地下水径流。管道沿线设置的山体隧道均采用钻爆隧道，施工时将会使原有的地质结构受到破坏，隧址区可能会出现裂隙增多或新增裂隙，局部地段可能会有地下水渗出，特别是在断裂破碎带及岩层界面处若不采取措施，可能发生涌水，使地下水水动力条件发生局部改变，短时间内造成部分地段地下水流失，对地下水影响较大。

正常工况下，由于输气管道是全封闭系统，运输的天然气不会与地下水发生联系，正常运行期对地下水环境不会造成影响。

地下水保护措施：(1)施工期地下水环境保护措施主要有：施工期加强对施工废水和生活污水的收集，生活及生产污水严禁就地排放，加强可能含油设备管理，防止泄漏，雨天对施工辅料加盖塑料薄膜防止雨水淋滤形成的污水进入地下水。隧道施工前应明确隧址区的地质条件，掌握隧道与保护目标的水力联系，竖井和隧道等产生的涌水经沉淀和 pH 调节后送污水处理厂处理。施工期间严格控制施工作业带的影响范围，随时关注周边地下水水源井的水位动态变化，施工对居民饮用水源产生影响时，应及时采取补救和补偿措施，对可能受到管道和隧道施工影响较大的水源井，在施工前用槽车提前准备应急水源。(2)站场运行期在固废临时堆放区、污水处理区做好防渗、防漏措施，防止污染物对地下水造成污染。站场内排污罐和危废储存区域、地埋式生活污水处理装置区域和污水管道采用重点防渗措施。

16.1.9　声环境影响评价结论

1)　声环境质量现状

本次评价在 4 座站场及周围近距离村庄布设 4 个声环境监测点。根据监测结果，本工程各站场周边村庄声环境质量现状均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类区标准要求。

2)　影响预测及采取的降噪措施

本工程声环境影响主要为施工机械噪声、运行期站场设备运行噪声和非正常工况下放空噪声。根据噪声预测结果，各站场厂界噪声预测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2 类区标准要求，各站场周围村庄噪声预测值均能满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 1 类区标准。

降噪措施主要有：施工期选用低噪声施工机械；合理安排施工时间，夜间尽量不作业，需要夜间施工时须取得当地主管部门许可，并提前告知附近居民；施工期对近距离居民声环境进行监测，发现超标及时采取降噪措施；站场设备选型选择低噪声设备；针对各压气站的压缩机组、空压机设备采取隔声、吸声、减震等综合降噪措施；铜梁压气站、威远首站、泸县首站空冷器安装进气消声器、排气消声器降噪；威远首站 2 台空冷器周边分别设置约 5m 高 U 形隔声屏障。除异常超压放空外，检修放空尽量控制在白天进行，并提前通知周边居民，做好沟通工作。

6.1.10　固体废物

本工程施工期的沱江钻爆隧道弃渣运至社会第三方弃渣消纳场利用。运行期各站场生活垃圾集中收集，定期送至垃圾处理场填埋处理。各压气站废润滑油属危险废物(HW08)，各站场清管作业或分离器维护时会产生一些废滤芯(HW49)，各站场更换的废蓄电池(HW31)。暂存在危废存放间，委托具有危险废物处理资质的单位进行处置。运行期产生的固体废物均可得到有效处置，对环境影响较小。

16.1.11　环境风险评价结论

本工程气源为低含硫天然气，主要影响为火灾或爆炸等伴生一氧化碳对周围居民点的影响。

本工程环境风险事故预测选择管存气体量最大管道控制节点单元(LX2#阀室-LX3#阀室)和沿线各省每公里人口数最多的管段管线全部断裂后 2.5min 内关断(阀门自动关闭时间)分别进行分析，同时将重庆段危险物质存在量最多的管段(同时环境敏感程度为 E2)的铜梁压气站-8#阀室间管段也筛选为风险预测管段。通过《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169—2018)中推荐的模型计算得出，在最不利气象条件下，2#阀室-3#阀室间管段发生天然气泄漏之后 19.2min，在下风向 1460m 处将出现甲烷最大浓度值 127440mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(260000mg/m^3)及毒性终点浓度-2(150000mg/m^3)。铜梁压气站-8#阀室间管段发生火灾爆炸后 27.3min，在下风向 2460m 处将出现 CO 最大浓度值 37.8mg/m^3；没有出现毒性终点浓度-1(380mg/m^3)及毒性终点浓度-2(95mg/m^3)。LX2#阀室-LX3#阀室间管段发生火灾爆炸后 27.9min，在下风向 2510m 处将出现 CO 最大浓度值 38mg/m^3；没

有出现毒性终点浓度-1(380mg/m^3)及毒性终点浓度-2(95mg/m^3)。

主要风险防范措施为：管道外防腐层采用环氧粉末聚乙烯复合结构(3LPE)，在穿越环境敏感区段及临近人口密集区，采取提高设计系数、增加管道壁厚的措施；提高自动化运行水平，对全线采用监控与数据采集系统(SCADA)、监控阀室设置远程终端装置(RTU)、站场设置站控系统(SCS)，站场进出口设置紧急截断系统(ESD)，确保事故状态自动紧急截断；站场和阀室装置区等处设置防爆可燃气体检测仪，配备有可燃气体报警控制器；做好设备和管线防雷、防静电接地，在存在火灾爆炸危险的场所按要求配置消防设施。定期进行管道壁厚和内腐蚀检测，提高环境敏感区和居民集中区域的巡线频次。

根据本工程环境风险预测结果，发生天然气泄漏事故后，不会出现甲烷的毒性终点浓度范围；天然气泄漏后，在发生火灾次生污染的情况下，不会出现 CO 毒性终点浓度范围。建设单位制定严格的风险防范措施、疏散措施和应急预案，并定期进行演练，以减小事故发生后对人群生命安全的影响。

针对近距离居民聚集区管段及环境敏感区管段提出如下措施：设计阶段尽量提高设计系数，尽量增加管道壁厚；施工期在该段管道沿线按规范设置管道标识物；运行期加大该段线路的巡线频率，加大对周边近距离的村庄居民的宣传教育力度，向村民告知高压长输天然气管道可能存在的风险及保护、应对措施，以形成有效的企地联动保护机制，共建平安管道；投运后及时向所在地相关政府主管部门进行沟通，告知本工程管道的具体位置等措施。

针对各种环境风险事故提出应急预案编制要求，明确企业应急预案应与相关部门预案衔接，并向生态环境部门备案。针对管道泄漏及火灾提出了应急监测计划，明确环境空气监测项目、监测点位和监测频次。

16.1.12　公众参与

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》和《环境影响评价公众参与办法》的相关要求，建设单位在本工程环境影响评价报告书编制过程中，分阶段开展了环境影响评价公众参与工作。

建设单位在委托环评(2022 年 10 月 21 日)后 7 个工作日内，于 2022 年

10 月 24 日分别在重庆新闻网、四川讯息网等网站进行本工程首次环境影响评价信息公开。

2023 年 3 月 21 日至 4 月 5 日开展了征求意见稿公示，于 2023 年 3 月 22 日至 4 月 5 日在国家管网集团网站公开了征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径、公众意见表的链接、公众提意见的途径方式等信息，公示时间满足不少于 10 个工作日的时长要求。2023 年 3 月 21 日、3 月 24 日，建设单位通过《华西都市报》、《重庆晨报》分别分两次刊登项目征求意见稿公示信息，满足“通过建设项目所在地公众易于接触的报纸公开，且在征求意见的 10 个工作日内公开信息不得少于 2 次”的要求。2023 年 3 月，征求意见稿公示期间，建设单位在本工程沿线 63 个近距离村庄公众易于知悉的场所完成征求意见稿公示公告张贴。

2023 年 4 月 18 日进行了环境影响报告书报批前网络环评信息公示。

本工程公示期间未收到公众反馈意见。

16.1.13　综合评价结论

该工程符合国家产业政策和国家发展综合交通运输政策和规划，该工程的建设，对构筑全国性的油气战略通道，实现全国性输气管网气源多元化、输气网络化、供气稳定化、管理自动化，保障江西、福建地区天然气用户安全供气，具有重要意义。同时对促进当地经济发展，大幅降低了能耗和油气损失具有重大意义，属清洁生产项目。

工程在建设中，不可避免地会对周围的环境产生一定的不利影响，同时在运行过程种还存在一定的风险性，但其影响和风险是可以接受的。只要加强管理，认真落实可行性研究报告和本报告中提出的各项污染防治措施、事故预防措施以及生态环境保护和恢复措施，就可以使本工程对环境造成的不利影响降到最低限度，使工程开发活动与环境保护协调发展。

管线路由得到当地各级主管部门的支持；工程站场各类污染物基本可做到达标排放。在落实各项环保措施、生态恢复措施、风险防范措施和事故应急措施后，本工程从环境保护角度考虑是可行的。

16.2　建议

1）　施工期间，应合理组织安排工序，严格控制施工作业带宽度。

2）　倡导文明施工，保护好周边植被，尽最大可能防止产生新的水土

流失，无法避免的必须在完工时及时恢复植被。

3） 管道施工、运行过程中在沿线采用户外广告、招贴画、广播等形式，大力宣传《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，使沿线群众熟悉和了解管道保护的意义和方法，广泛宣传国家和地方相关法律法规。

4） 对于本工程涉及的各类环境敏感目标，应采用合理的保护措施。